



UFRJ

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
*Campus Professor Aloísio Teixeira*



Comparação da qualidade da água das Lagoas de Imboassica/Macaé e Iriry/Rio das Ostras

Autor: Ana Paula Oliveira

Maio/2016

Ana Paula Oliveira

Comparação da qualidade da água das Lagoas de Imboassica/Macaé e Iriry/Rio das Ostras

Monografia apresentada ao curso de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito para obtenção do título de Farmacêutico.

Orientadora: Prof. Cherrine Kelce Pires

Co-Orientador: Prof. Aricelso Limaverde.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter escolhido pais maravilhosos para que eu pudesse crescer e ser quem eu sou hoje. Paulo e Marlene, obrigada por vocês serem os pais perfeitos, compreensivos e amigos. E obrigada também por concederem meu irmão Luiz Felipe, que além de irmão e companheiro, é meu grande amigo.

Obrigada também a minha Orientadora Cherrine, que está ao meu lado desde o meu 4º período me ajudando e entendendo o meu tempo. Muito obrigada por ser tão compreensiva e amiga. Sem seu esforço não teria metade desse trabalho pronto.

Aos meus amigos Aline, Ariana e Gustavo e ao meu namorado Rafael, muito obrigada pelo apoio e força que vocês me deram. Vocês viram que não foi fácil chegar até aqui.

Obrigada a todos pelo carinho.

## RESUMO

Em Macaé, a Lagoa de Imboassica vem sofrendo com o despejo de esgoto devido ao crescimento populacional em torno a lagoa e suspeita de rejeitos industriais, e a Lagoa de Iriry em Rio das Ostras, o ecossistema está propício a sofrer constantes mudanças ao meio, como o assoreamento, contaminação por esgotos sanitários e erosão do solo. Assim, este trabalho tem como objetivo analisar os elementos químicos e físicos da água das lagoas, no qual são utilizadas para pesca e turismo, e compará-los. As análises da água levantam parâmetros ambientais que fornecem um retrato da saúde do recurso. A avaliação funciona como um diagnóstico do corpo hídrico, além de indicar as suas condições. Os procedimentos utilizados foram revisão bibliográfica sobre a temática, coleta de água e análise físico-química com o objetivo de determinar a qualidade destas. Para tanto, foram escolhidos três pontos amostrais de fácil acesso, na superfície de cada lagoa para análise. Em relação a alcalinidade, no período seco, de abril a setembro, em ambos os anos, nas Lagoas foi observado um aumento no pH. Em julho a Lagoa de Imboassica apresentou uma concentração de íon cloreto maior que a Lagoa de Iriry. Já a lagoa de Iriry apresentou maior concentração de cloreto em todos os meses. Quanto a dureza, em 2014, a Lagoa de Imboassica foi classificada como Moderadamente Dura e para julho de 2015 obteve a classificação de Muito Dura. Dos metais, o ferro não foi encontrado em nenhuma das amostras das lagoas. Outro metal analisado, o cromo obteve valor acima do admissível, e o zinco abaixo do admissível e não detectável nas lagoas.

Palavras Chaves: Qualidade de água. Parâmetros. Físico-Químicos. Metais. Lagoas.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	7
2.1 Objetivo Geral.....	7
2.2 Objetivo Específico .....	7
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
3.1 Método de avaliação de Alcalinidade .....	9
3.2 Método de determinação de cloretos .....	9
3.2.1 Preparação dos reagentes.....	9
3.3 Método de determinação de dureza total .....	11
3.3.1 Preparação de Reagentes.....	11
3.4 Método de determinação de Ferro, Zinco e Cromo.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
4.1 Método de avaliação de Alcalinidade.....	13
4.2 Determinação de Cloreto.....	25
4.3 Determinação de Dureza Total.....	38
4.4 Determinação do Ferro .....	51
4.5 Determinação de Zinco.....	54
4.6 Determinação do Cromo .....	61
6. CONCLUSÃO.....	71
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	72
7. ANEXOS .....	74

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Componentes de uma lagoa (açude) de água doce.....	1
Figura 2: Lagoa de Imboassica-Macaé.....	2
Figura 3: Lagoa de Iriry-Rio das Ostras/RJ.....	3
Figura 4: Lagoa de Iriry-Rio das Ostras/RJ.....	38

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Determinação de alcalinidade: Amostras do mês de Janeiro/ período chuvoso .....	13
Gráfico 2: Determinação de alcalinidade: Amostras do mês de Fevereiro/ período chuvoso..	14
Gráfico 3: Determinação de alcalinidade: Amostras do mês de Março/ período chuvoso.....	15
Gráfico 4: Determinação de alcalinidade: Amostras do mês de Abril período seco.....	16
Gráfico 5: Determinação de alcalinidade: Amostras do mês de Maio/ período seco.....	17
Gráfico 6: Determinação de alcalinidade: Amostras do mês de Junho/ período seco.....	18
Gráfico 7: Determinação de alcalinidade: Amostras do mês de Setembro/ período seco.....	19
Gráfico 8: Determinação de alcalinidade: Amostras do mês de Outubro/ período chuvoso....	20
Gráfico 9: Determinação de alcalinidade: Amostras do mês de Novembro/ período chuvoso	21
Gráfico 10: Determinação de alcalinidade: Amostras do mês de Dezembro/ período chuvoso .....	22
Gráfico 11: Determinação de alcalinidade: Amostras do mês de Julho/ período seco.....	23
Gráfico 12: Determinação de alcalinidade: Amostras do mês de Agosto/ período seco.....	24
Gráfico 13: Determinação de Cloreto: Amostras do mês de Janeiro/ período chuvoso.....	25
Gráfico 14: Determinação de Cloreto: Amostras do mês de Fevereiro/ período chuvoso .....	26
Gráfico 15: Determinação de Cloreto: Amostras do mês de Março/ período chuvoso.....	27
Gráfico 16: Determinação de Cloreto: Amostras do mês de Abril/ período seco .....	28
Gráfico 17: Determinação de Cloreto: Amostras do mês de Maio/ período seco .....	29
Gráfico 18: Determinação de Cloreto: Amostras do mês de Junho/ período seco .....	30
Gráfico 19: Determinação de Cloreto: Amostras do mês de Setembro/ período seco .....	31
Gráfico 20: Determinação de Cloreto: Amostras do mês de Outubro/ período chuvoso.....	32
Gráfico 21: Determinação de Cloreto: Amostras do mês de Novembro/ período chuvoso ....	33
Gráfico 22: Determinação de Cloreto: Amostras do mês de Dezembro/ período chuvoso.....	34
Gráfico 23: Determinação de Cloreto: Amostras do mês de Julho/ período seco.....	35
Gráfico 24: Determinação de Cloreto: Amostras do mês de Agosto/ período seco.....	36
Gráfico 25: Determinação de Dureza Total: Amostras do mês de Janeiro/ período chuvoso.	39
Gráfico 26: Determinação de Dureza Total: Amostras do mês de Fevereiro/ período chuvoso .....	40
Gráfico 27: Determinação de Dureza Total: Amostras do mês de Março/ período chuvoso..	41
Gráfico 28: Determinação de Dureza Total: Amostras do mês de Abril/ período seco .....	42
Gráfico 29: Determinação de Dureza Total: Amostras do mês de Maio/ período seco .....	43
Gráfico 30: Determinação de Dureza Total: Amostras do mês de Junho/ período seco .....	44
Gráfico 31: Determinação de Dureza Total: Amostras do mês de Setembro/ período seco ...	45

Gráfico 32: Determinação de Dureza Total: Amostras do mês de Outubro/ período chuvoso ...	46
Gráfico 33: Determinação de Dureza Total: Amostras do mês de Novembro/ período chuvoso .....	47
Gráfico 34: Determinação de Dureza Total: Amostras do mês de Dezembro/ período chuvoso .....	48
Gráfico 35: Determinação de Dureza Total: Amostras do mês de Julho/ período seco .....	49
Gráfico 36: Determinação de Dureza Total: Amostras do mês de Agosto/ período seco .....	50
Gráfico 37: Determinação de Zinco: Amostras do mês de Abril/ período chuvoso.....	56
Gráfico 38: Determinação de Zinco: Amostras do mês de Maio/ período seco.....	56
Gráfico 39: Determinação de Zinco: Amostras do mês de Junho/ período seco.....	57
Gráfico 40: Determinação de Zinco: Amostras do mês de Setembro/ período seco .....	58
Gráfico 41: Determinação de Zinco: Ano de 2015.....	59
Gráfico 42: Determinação de Cromo: Amostras do mês de Abril/ período seco .....	62
Gráfico 43: Determinação de Cromo: Amostras do mês de Maio/ período seco .....	63
Gráfico 44: Determinação de Cromo: Amostras do mês de Junho/ período seco.....	64
Gráfico 45: Determinação de Cromo: Amostras do mês de Setembro/ período chuvoso .....	65
Gráfico 46: Determinação de Cromo: Amostras do mês de Dezembro/período chuvoso .....	66
Gráfico 41: Determinação de Cromo: Ano de 2015.....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação de Dureza Total .....	12
Tabela 2: Classificação de Dureza Total .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 3: Determinação de ferro: Janeiro / período chuvoso .....	51
Tabela 4: Determinação de ferro: Fevereiro / período chuvoso .....	<b>52 Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 5: Determinação de ferro: Março / período chuvoso .....	52
Tabela 6: Determinação de ferro: Abril / período seco .....	52
Tabela 7: Determinação de ferro: Maio / período seco .....	52
Tabela 8: Determinação de ferro: Junho / período seco .....	53
Tabela 9: Determinação de ferro: Setembro / período seco .....	53
Tabela 10: Determinação de ferro: Outubro / período chuvoso .....	53
Tabela 11: Determinação de ferro: Novembro/ período chuvoso .....	53
Tabela 12: Determinação de ferro: Dezembro/ período chuvoso .....	54
Tabela 13: Determinação de Ferro/2015 .....	54
Tabela 14: Determinação de Zinco: Janeiro / período chuvoso .....	<b>54 Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 15: Determinação de Zinco: Fevereiro / período chuvoso .....	<b>55 Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 16: Determinação de Zinco: Março / período chuvoso .....	<b>55 Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 17: Determinação de Zinco: Outubro / período chuvoso .....	<b>58 Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 18: Determinação de Zinco: Novembro / período chuvoso .....	<b>59 Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 19: Determinação de Zinco: Dezembro / período chuvoso .....	59
Tabela 20: Comparação do metal zinco entre as Lagoas no ano de 2014 .....	60
Tabela 21: Comparação do metal zinco entre as Lagoas no ano de 2015 .....	61
Tabela 22: Determinação de Cromo: Janeiro / período chuvoso .....	61
Tabela 23: Determinação de Cromo: Fevereiro / período chuvoso .....	62
Tabela 24: Determinação de Cromo: Março / período chuvoso .....	62
Tabela 25: Determinação de Cromo: Outubro / período chuvoso .....	65
Tabela 26: Determinação de Cromo: Novembro / período chuvoso .....	65
Tabela 27: Comparação do metal cromo entre as Lagoas no ano de 2014 .....	68
Tabela 28: Comparação do metal cromo entre as Lagoas no ano de 2015 .....	69
Tabela 29: Principais Efeitos ocasionados à saúde humana pela ingestão de metais .....	70



## 1. INTRODUÇÃO

Cerca de dois terços da superfície da Terra são cobertos pela água, seja em estado líquido (oceanos mares, lagos, rios e água subterrâneas), seja em estado sólido (geleiras e neve). Em muitas regiões da terra, o ciclo natural vem sofrendo muitas alterações. As pessoas continuam poluindo os rios e destruindo as nascentes e, a consumindo em excesso esquecendo o quanto ela é essencial para nossas vidas. A água é, provavelmente, o único recurso natural que tem a ver com todos os aspectos da civilização humana, como o desenvolvimento agrícola e industrial (Água Corrente; 2009). No Brasil, temos uma natureza exuberante com cenários paradisíacos por todo o território. A lagoa é conceituada como uma porção de água cercada por terra, (APHA *et al.* Standard Methods (1995)) que podem se formar quando canais se enchem de água ou em áreas baixas de antigos cursos d'água. Podem ser também depressões em terrenos onde um canal de água do subsolo sai à superfície criando estanques superficiais, que são conhecidas como lagoas naturais. Elas são caracterizadas por 3 grupos produtores: fitoplâncton (pequenas algas suspensas), plantas, e algas bênticas (do fundo), conforme mostra a Figura 1 (UNICAMP; 2016).

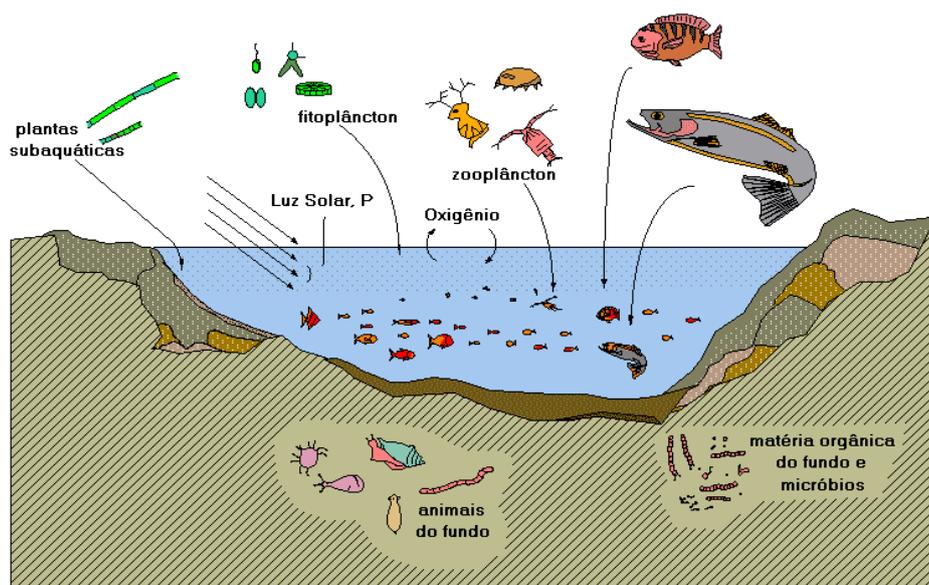


Figura 1: Componentes de uma lagoa (açude) de água doce

Fonte: UNICAMP, 2016

A Lagoa de Imboassica, situada em Macaé (Figura 2) é uma das mais belas lagoas das redondezas. Sua beleza pode ser vista ao caminharmos sobre o cordão de areia que a separa do mar. Sua localização é privilegiada, encontrando-se próxima a praia do Pecado, uma das mais bonitas de Macaé. A ocupação urbana indevida do homem moderno no alvéolo da lagoa ocorreu através de aterros que invadiram áreas que pertenciam naturalmente ao corpo d'água (A vida da Lagoa de Imboassica: Nascimento; Vida e Morte da Lagoa de Imboassica Disponível em: [www.odebateon.com.br](http://www.odebateon.com.br); 2010).



Figura 2: Lagoa de Imboassica-Macaé/RJ  
Fonte: Caminhos de Darwin; Disponível em: [www.globo.com.br](http://www.globo.com.br)

Até janeiro de 2013, a Lagoa de Imboassica recebia dejetos dos bairros próximos e por um longo tempo lançamento de efluente in natura. A própria lagoa é capaz de transformar determinada quantidade de matéria orgânica de maneira a não interferir na qualidade da água no qual os peixes e plantas aquáticas, por exemplo, se alimentam. Porém, o volume de dejetos ultrapassou certo limite e desde 2013, entrou em funcionamento a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do Mutum. Com isso, grande parte do lançamento de esgoto doméstico foi reduzida após o funcionamento da estação (Raio X da Lagoa de Imboassica, 2014).

A lagoa do Iriry (Figura 3) que também é conhecida como lagoa da Coca-Cola, Iodada ou Doce, é uma lagoa formada pelo barramento de um córrego pela restinga. É

alimentada quase que exclusivamente por via subterrânea, através do lençol freático, e um pouco pela chuva. A coloração da água, semelhante a do refrigerante Coca-Cola, decorre da grande concentração de ácidos húmicos e fúlvicos dissolvidos, resultante da decomposição incompleta das folhas e galhos mortos que caem das plantas na bacia de drenagem da lagoa e são parcialmente decompostas por fungos e bactérias do solo. Os ácidos são pouco utilizados pelos organismos vivos que habitam a lagoa. O acúmulo destas substâncias não permite a penetração da luz na água, o que provoca a sua aparência escura. Em consequência do assoreamento que vem sofrendo, este reduz o volume e aumenta a salinidade e a temperatura da água, diminuindo a capacidade de diluição da lagoa para anular as cargas poluentes que nela são lançadas, desenvolvendo aspectos nocivos para a vida biológica da mesma (Lagoa de Iriry (Lagoa da Coca-Cola); Disponível em: [www.maravilhosaregiaodoslagos.com.br](http://www.maravilhosaregiaodoslagos.com.br); 2012).



Figura 3: Lagoa de Iriry-Rio das Ostras/RJ  
Fonte: Disponível em [www.tecbrasempreendimentos.com.br](http://www.tecbrasempreendimentos.com.br)

Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental. A influência do pH sobre os ecossistemas

aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante, podendo determinadas condições de pH contribuírem para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para diversas classes de águas naturais de acordo com a legislação federal (Resolução nº 20 do CONAMA) de junho de 1986 (Skoog, Douglas A. *et al.* Fundamentos de Química Analítica, 9 ed. 2014).

Entre as impurezas encontradas nas águas, existem aquelas que são capazes de reagir com ácidos, podendo neutralizar certa quantidade desses reagentes. Essas impurezas conferem às águas a característica de alcalinidade. Por definição, alcalinidade de uma água é a sua capacidade quantitativa de neutralizar um ácido forte, até um determinado pH. Para medir alcalinidade em laboratório, utiliza-se ácido sulfúrico (Oliveira. Aline Maxiline Pereira. Kurita. 2007).

A alcalinidade das águas não representa risco potencial à saúde pública, mas pode trazer mudança no paladar. A determinação de alcalinidade não é padrão de classificação de águas naturais nem de emissão de esgotos, sendo que a importância deste parâmetro se concentra no controle de determinados processos unitários utilizados em estações de tratamento de águas para abastecimento e residuárias (KATO, M.T. “Alcalinidade”. Curso de Qualidade da Água, do Ar e do Solo. Escola de Engenharia Mauá. São Caetano do Sul/SP, 1983).

Outro parâmetro importante na análise de águas é o íon cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), que é um dos principais ânions inorgânicos em águas naturais e residuárias. Àguas contendo 250 ppm  $\text{Cl}^-$  podem ter um sabor salino detectável, se o cátion que propicia o equilíbrio iônico da solução for o sódio ( $\text{Na}^+$ ). Níveis acima do permitido podem colocar em risco a saúde de quem desta água faz uso (de Almeida Moraes, K. (UESPI) *et al.* Determinação de cloreto em água mineral comercializada na região de Teresina-PI).

Dureza da água é outra propriedade importante a ser analisada e está relacionada com a concentração de íons de determinados minerais dissolvidos nesta substância. O nome dado à água que contém sais de cálcio e magnésio e outros metais (alcalino-terrosos) é “água dura”. A dureza da água é expressa em termos da concentração de  $\text{CaCO}_3$  em mg/mL (ppm) e que geralmente excede a concentração dos demais íons metálicos. Pode-se reconhecer uma água dura ao se misturar sabão e a solução apresentar uma turvação, ou mesmo um precipitado. E, para se ter a formação de alguma espuma, necessita-se de grande quantidade de sabão e muita agitação. Quando se encontram

presentes sais de magnésio, estes são expressos em termos de quantidade equivalente de  $\text{CaCO}_3$  ou  $\text{CaO}$ . O erro assim introduzido não é grande, porque em comparação com a quantidade de cálcio, a quantidade de magnésio, habitualmente presente é pequena. Aquecendo-se, à ebulição, uma água dura contendo bicarbonato e sulfato de cálcio, constata-se que o primeiro se decompõe precipitando o carbonato de cálcio, enquanto que o sulfato de cálcio permanece em solução (Harris, D. C. *Quantitative Chemical Analysis*, 5 ed. W. H. Freeman and Company, New York, 2001).

Para análise dos metais utilizamos a técnica de Espectometria de Absorção Atômica que permite determinar quantitativamente, com sensibilidade suficiente, mais de 60 elementos. A sua aplicação é apropriada a determinações de rotina mesmo com operadores relativamente pouco treinados (Skoog, D. A.; *et al.* *Fundamentals of Analytical Chemistry*, 6 ed., 1992, ou versão condensada, mesmos autores, *Analytical Chemistry, An Introduction*, 6 ed. Saunders, Philadelphia, 1994).

Na absorção atômica a grandeza que interessa medir é a quantidade da radiação que é absorvida, ao “cdo” de ressonância de um determinado elemento, após atarvessar uma nuvem de átomos. À medida que o número de átomos existentes no caminho que a luz atravessa aumenta, a quantidade de luz absorvida também aumenta de uma forma possível de prever, de acordo com os princípios da Lei de Beer. Medindo a quantidade de luz (ou radiação) absorvida, torna-se possível a determinação quantitativa do analito (elemento) presente (Beaty e Kerber, 1993). A utilização de fontes de luz específicas e a seleção cuidadosa dos “cdo” permite a determinação quantitativa de um determinado elemento na presença de outros. A nuvem atômica necessária às medições em absorção atômica é produzida através do fornecimento de energia térmica suficiente à amostra, de forma a permitir a dissociação dos compostos químicos, moléculas em átomos livres (Skoog, Douglas A. *et al.* *Fundamentos de Química Analítica*, 9 ed; 2014). Dentre os metais analisados, está o ferro que ocorre em águas naturais, geralmente em conjunto com manganês. Ele é proveniente da dissolução de compostos ferrosos de solos arenosos, terrenos de aluvião ou pântanos. Nestes solos a matéria orgânica se decompõe, consumindo oxigênio e produzindo gás carbônico, o que solubiliza compostos de ferro e de manganês. Por isso, ele é encontrado dissolvido principalmente em águas subterrâneas, devido à dissolução dos minérios de ferro pelo gás carbônico da água. Já nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens. A presença de ferro nas águas

se torna notável quando a água entra em contato com uma grande quantidade de  $O_2$ , que oxida o ferro de  $Fe^{2+}$  a  $Fe^{3+}$ , o qual é marrom. Além das formas naturais, o ferro presente em águas pode também ser proveniente da presença de despejos industriais em águas (MOURA; R.S.; *et al.* Monitoramento da qualidade química da água para fins de irrigação no Córrego Três Barras, Marinópolis – SP. 2007).

O cromo, também, foi determinado. Este metal indica causar contaminação ambiental, devido à disposição dos mais variados tipos de rejeitos, principalmente, industriais no meio ambiente (Kumar e outros, 1997). A contaminação das águas naturais com cromo ocorre principalmente através da lixiviação dos aterros sanitários, da água das torres de resfriamento e dos efluentes das indústrias de eletrocromagem, de tingimento e de corantes. O elemento também pode entrar no sistema de distribuição de água potável devido ao uso dos inibidores de corrosão da tubulação de água (Clesceri, L.S., Greenberg, A.E., Eaton, A.D. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition, USA, 3-66, 1998). O terceiro metal a ser analisado é o zinco que é um elemento químico presente em diversos ambientes naturais (água e solo), sendo utilizado na indústria de galvanização, protegendo peças de aço e ferro da corrosão, além de ser essencial à vida (De Araújo Medeiros. Miguel. Elemento Químico Zinco. 2012) Um dos investimentos mais importante do zinco (cerca de 50%) no Brasil e no mundo é vinculada à produção do aço – revestimento da superfície deste metal para a proteção contra a corrosão. Biologicamente, o zinco é um dos metais mais importantes. Para um ser humano adulto, cerca de apenas 2g de zinco estão distribuídos por todo o corpo, presentes em diversas enzimas como a anidrase carbônica e a carboxipeptidase (De Araújo Medeiros. Miguel. Elemento Químico Zinco. 2012).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto é a realização de análises e a comparação da qualidade da água das Lagoas de Imboassica e de Iriry, através de testes físicos-químicos.

### 2.2 Objetivo Específico

Acompanhar a evolução da qualidade da água pesquisada a partir da análise de parâmetros de pH, dureza, determinação de cloreto, ferro, zinco e cromo e fazer uma comparação entre as lagoas.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados os seguintes materiais e equipamentos:

- Vidro Âmbar (coleta)
- Isopor (armazenamento das amostras)
- Luvas
- pHmetro
- Bureta
- Erlenmeyer
- Solução padrão de Cloreto de Sódio (NaCl-0,0141N)
- Solução indicadora de Cromato de Potássio (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) a 5%
- Solução de Nitrato de Prata (AgNO<sub>3</sub>-0,014N)
- Solução indicadora de fenolftaleína
- Hidróxido de Sódio (NaOH-1N)
- Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-1N)
- Solução Tampão
- Solução Padrão de EDTA 0,01M
- Técnica de Espectrometria de Absorção Atômica (EAA ou AAS)

No procedimento analítico utilizamos a Titulação, no qual a quantidade desconhecida de um composto é determinada através da reação deste com um reagente padrão ou padronizado.

Nesse método utiliza-se uma solução padrão de concentração conhecida, o titulante. Essa solução será utilizada para titular um volume conhecido da solução de concentração desconhecida (solução titulada).

Neste procedimento também é utilizada uma substância que caracterizará o término do processo de titulação, o indicador.

Assim as amostras das lagoas foram coletadas em vidro âmbar em 3 pontos diferentes, que foram escolhidas pelo fácil acesso e pela segurança. Foram realizadas em triplicatas e enumeradas em amostras 1, 2 e 3 e armazenadas em um isopor sendo levadas para refrigeração. A coleta foi feita nos anos de 2014 e 2015.

### 3.1 Método de avaliação de Alcalinidade

Para a determinação de pH são disponíveis os métodos eletrométrico (eletrodo de pH ou pH-metro). O método eletrométrico é mais preciso e, portanto, mais recomendável para aplicações em laboratório e para o controle dos sistemas de uma maneira geral. O pH-metro consiste em um potenciômetro, um eletrodo de vidro, um eletrodo de referência e um dispositivo de compensação de temperatura. Quando os eletrodos são imersos na solução, um circuito é formado através do potenciômetro. O eletrodo de referência consiste em uma semi-célula que gera um potencial de eletrodo constante.

Os pH-metros devem ser calibrados com “soluções tampão”, antes da sua utilização, apresentando uma inclinação de 55 a 59 mV/pH em ambas as faixas de calibração. O bulbo do eletrodo deve ser sempre bem conservado, mantido imerso em solução de cloreto de potássio (Skoog, Douglas A. *et al.* Fundamentos de Química Analítica, 9 ed; 2014). Após a calibração as amostras foram transferidas para um erlenmeyer e as análises foram realizadas em triplicatas.

### 3.2 Método de determinação de Cloreto

#### 3.2.1 Preparação dos reagentes

##### Solução padrão de Cloreto de Sódio (NaCl-0,0141N)

Em um béquer de 500 ml foi dissolvido 0,8241g de cloreto de sódio, previamente seco a 140°C durante 1 hora na estufa, e em água destilada e deionizada. Com o auxílio de um funil, a solução foi transferida para um balão volumétrico de 1000 ml. O volume do balão foi completado no final.

##### Solução de Nitrato de Prata (AgNO<sub>3</sub>-0,014N)

Em um béquer de 500 ml foi dissolvido 2,395g de nitrato de prata (AgNO<sub>3</sub>) em água destilada. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 1000 ml com auxílio de um funil. O volume foi completado para 1 litro.

### Solução indicadora de fenolftaleína

Em um béquer de 500 ml foi dissolvido 5g de sal de dissódico de fenolftaleína em 500 ml de álcool isopropílico junto com 500 ml de água destilada. Foi adicionado uma solução de NaOH-0,02N até leve coloração rosa.

### Hidróxido de Sódio (NaOH-1N)

Em um béquer de 500 ml foi dissolvido 40 g de NaOH, que foi transferido para um balão volumétrico de 1000 ml com o auxílio de um funil. O volume foi completado com água destilada até 1 L.

### Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-1N)

Foi colocado em uma proveta de 50 ml, 28 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. Este foi transferido para um balão volumétrico de 1000 ml. Foi adicionado cuidadosamente água destilada até completar 1 litro. (Método de Ensaio-IMMT; 2009)

Em um bureta de 50 ml foi adicionado uma solução de Nitrato de Prata 0,0141N. E em um erlenmeyer foi adicionado 50 ml a amostra.

1ml de solução do indicador Cromato de potássio foi adicionado ao erlenmeyer e titulado contra a solução de nitrato de prata-0,0141N até a cor final amarelo-alaranjado.

Para o cálculo foi necessário a utilização do Método de Mohr no qual é um procedimento de determinação de cloreto e brometo. Titulação de uma solução neutra de, por exemplo, íons de cloreto com nitrato de prata adicionado uma solução de cromato de potássio para servir como indicador. No ponto final, os íons cromato de combinam-se com os íons prata para formar cormato de prata, de cor vermelha e pouco solúvel. ( J.Mendham. R C Denney; J D Barnes. M J K Thomas. 6° ed. Análise Química Quantitativa. Vogel)

Cálculo: Concentração AgNO<sub>3</sub> x Volume AgNO<sub>3</sub>= massa/ PM

### 3.3 Método de determinação de Dureza total

#### 3.3.1 Preparação de Reagentes

##### Solução Tampão

Solução A: Em um béquer de 500 ml foi pesado 16,9g de cloreto de amônio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) e foi acrescentando 143 ml de hidróxido de amônio concentrado ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ).

Solução B: Foram pesados separadamente 1,179g de sal dissódico de EDTA-Na e 0,780g de Sulfato de Magnésio Heptahidratado ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), e os dois foram colocados em um béquer de 50ml e dissolvidos. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 50ml, com o auxílio de um funil. A solução foi diluída para 50 ml acrescentando água destilada. As soluções A e B foram misturadas.

##### Solução Padrão de EDTA 0,01M:

Foi pesado 3,723g de EDTA-Na e previamente seco em uma estufa à temperatura de 70°-80°C por duas horas. Foi transferido para um béquer de 500 ml, acrescentado aos poucos água destilada até dissolver o sal. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 1000 ml com auxílio de um funil, e completado o volume com 1000 ml de água destilada. (Método de Ensaio-IMMT; 2009)

Em uma bureta de 50 ml foi colocado o titulante EDTA-Na. Em um erlenmeyer de 250 ml foi colocado 25 ml da amostra. Foi adicionado 1 ml de solução tampão, que foi o suficiente para dar um pH de 10. Foi adicionado uma ponta de espátula da mistura do pó indicador Negro de eriocromo T. O EDTA foi adicionado como titulante vagorosamente, com contínua agitação até que toda a tonalidade de cor vinho desapareceu. O volume gasto foi anotado.

##### CÁLCULO:

$$\text{Dureza Total (mgCaCO}_3\text{/L)} = \frac{(\text{Concentração EDTA} \times \text{Volume EDTA} \times \text{MMCaCO}_3) \times 1000\text{mg}}{\text{Volume da amostra}}$$

Volume da  
amostra

Tabela 1: Classificação de Dureza Total

<b>Classificação de Dureza Total</b>	<b>Concentração CaCO<sub>3</sub>mg/L</b>
Moles	Menor que 50
Moderamente moles	50 a 100
Levemente moles	100 a 150
Moderamente dura	150 a 250
Dura	250 a 350
Muito dura	Maior que 350

(Amélia, C.; & Gomes, I. Dureza, 2010)

### 3.4 Método de determinação de Ferro, Zinco e Cromo

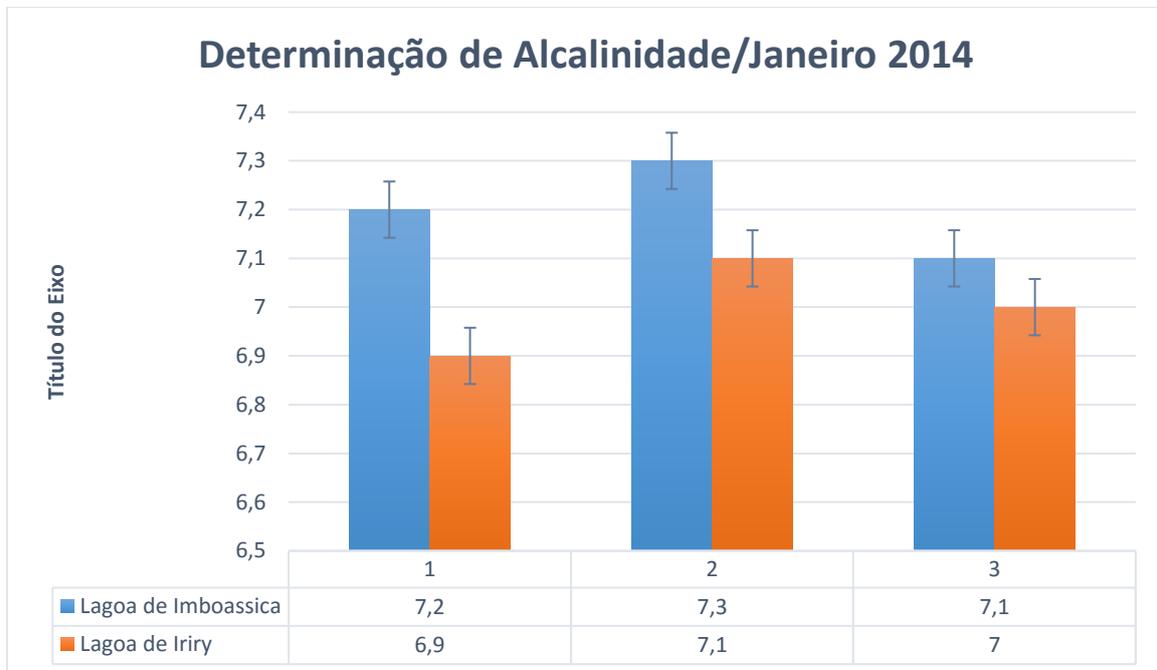
Devido a disponibilidade do aparelho e lâmpadas, foi possível analisar os metais ferro, zinco e cromo. Foi utilizado a técnica de Espectrometria de Absorção Atômica (EAA ou AAS) que determina a concentração de elementos existentes em solução. Esta técnica universal de análise química instrumental é para detecção quantitativa e determinação qualitativa de metais e semi metais, através da absorção de radiação eletromagnética por átomos livres no estado gasoso.

As amostras de Determinação de Ferro, Zinco e Cromo foram filtradas em filtro menor que 65 micrômetros para evitar o entupimento do AAS. Logo em seguida foram levadas ao AAS 440, calibrada com uma curva de calibração ácida, e analisadas com lâmpada de catodo oco (Schiavo. Daniela; Espectrometria de absorção atômica: Fundamentos, figuras de mérito, otimização do instrumento e aspectos práticos).

## 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

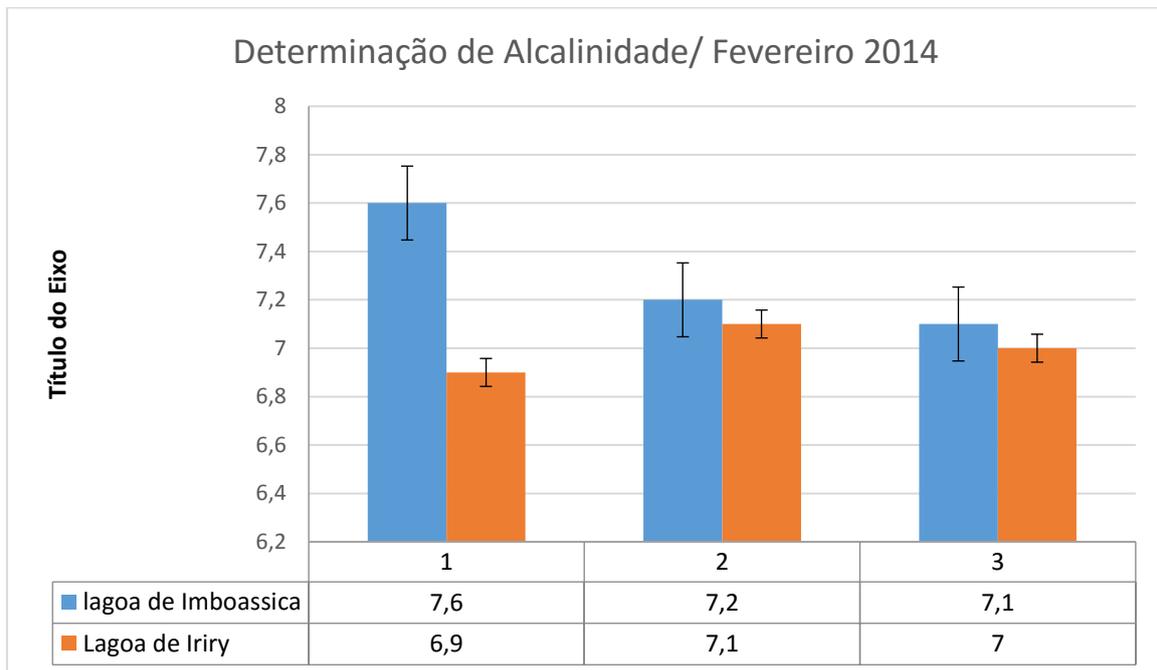
### 4.1 Método de avaliação de Alcalinidade

Gráfico 1: Amostras do mês de janeiro / período chuvoso



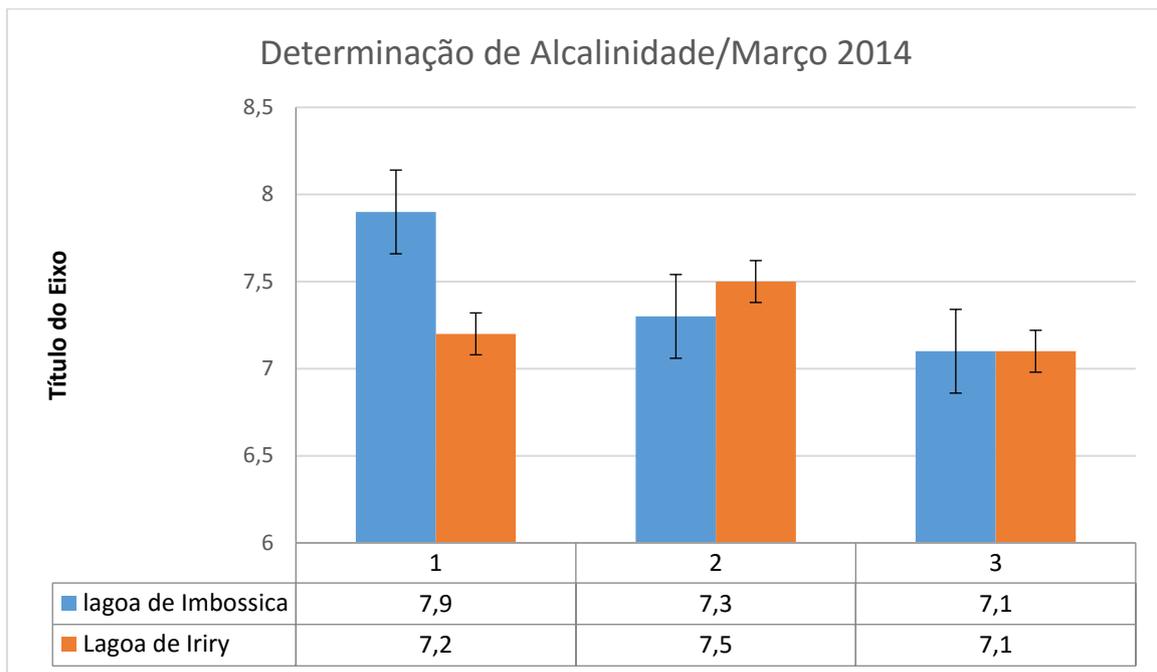
Pode-se observar que a Lagoa de Imboassica, nas 3 amostras, apresentou um pH um pouco mais elevado comparado ao pH da Lagoa de Iriry. A amostra 1 da lagoa de Iriry foi a única amostra que apresentou um pH abaixo de 7 (6,9).

Gráfico 2: Amostras do mês de fevereiro / período chuvoso



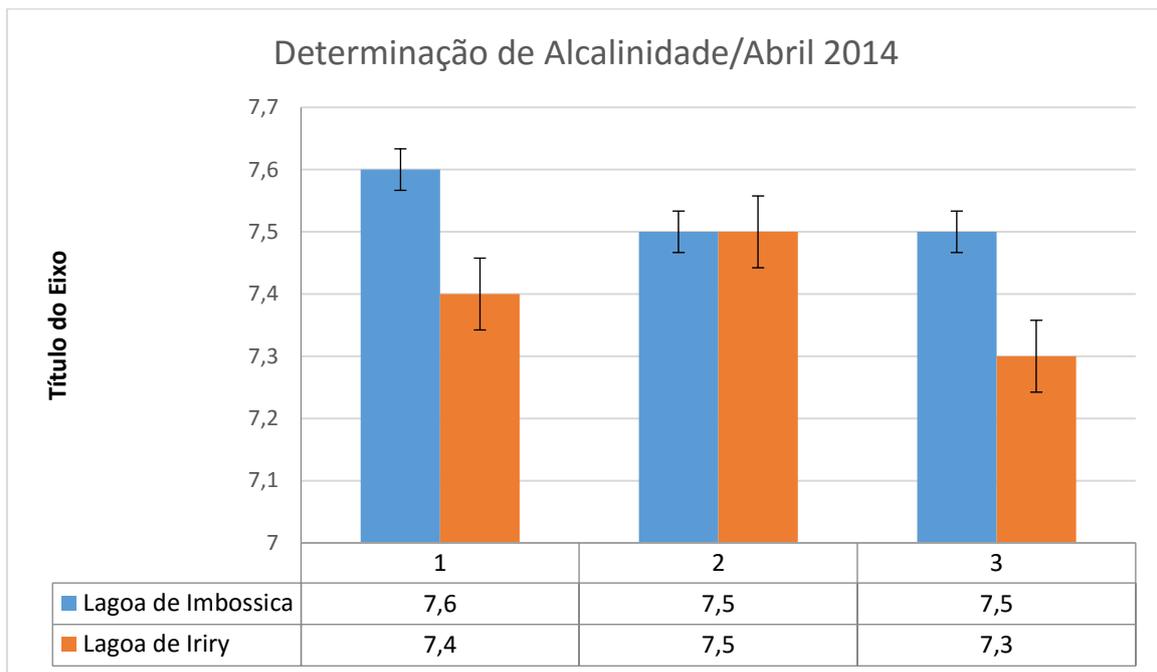
Observou-se que neste mês de fevereiro, a Lagoa de Imboassica apresentou um pH mais elevado comparado a Lagoa de Iriry. Sendo que a amostra 1 da Lagoa de Imboassica, apresentou um pH bem elevado (7,6).

Gráfico 3: Amostras do mês de Março / período chuvoso



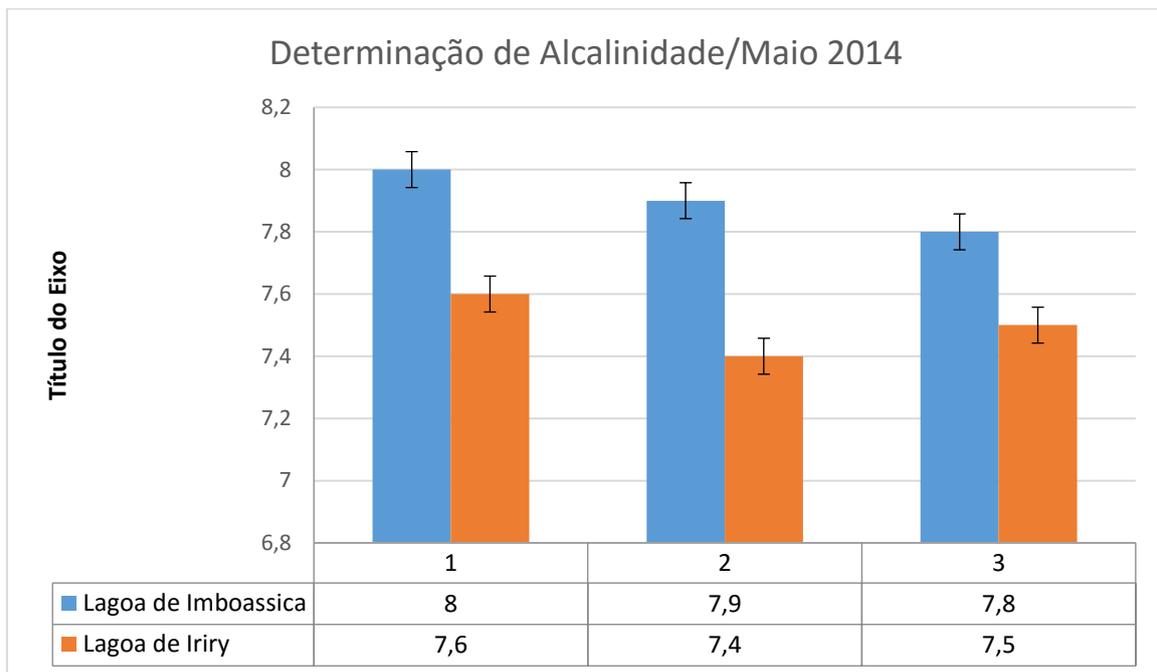
Neste mês de março foi possível observar que a Lagoa de Iriry apresentou um pH elevado na maioria das amostras. Na amostra 1 de cada lagoa, a Lagoa de Imboassica apresentou um pH bem elevado (7,9).

Gráfico 4: Amostras do mês de Abril / período seco



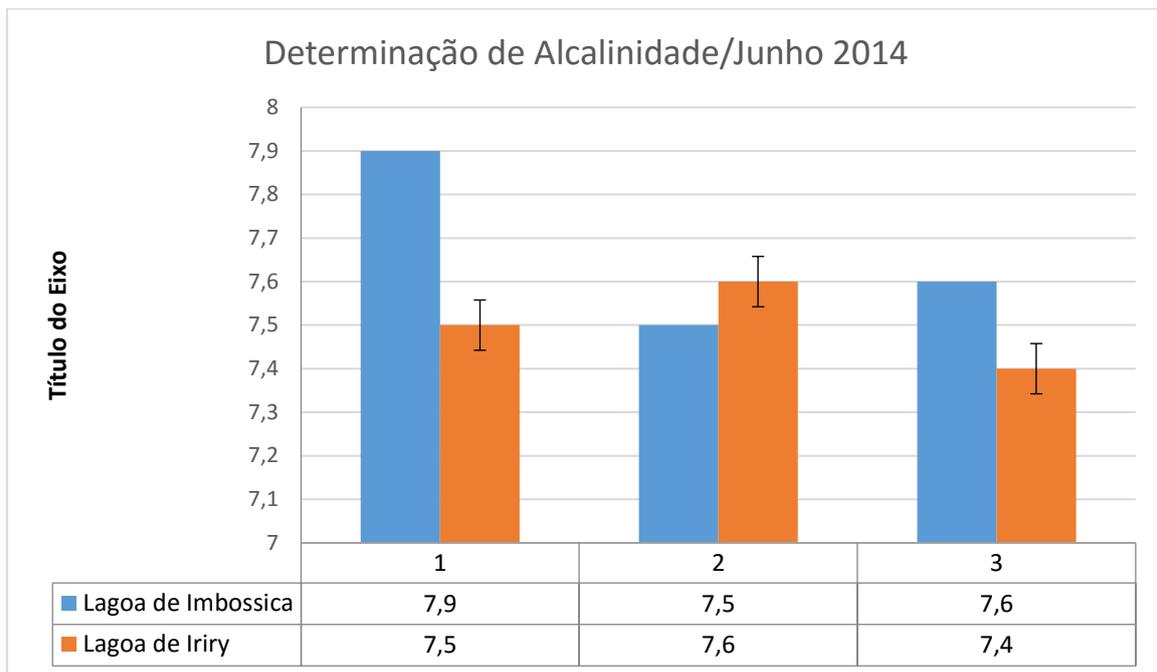
A Lagoa de Imboassica apresentou um pH mais elevado comparado a Lagoa de Iriry, apresentando um maior pH (7,6) na amostra 1. A Lagoa de Iriry apresentou um pH bem próximo ao da Lagoa de Imboassica. Variando de 7,3 a 7,5.

Gráfico 5: Alcalinidade: mês de Maio / período seco



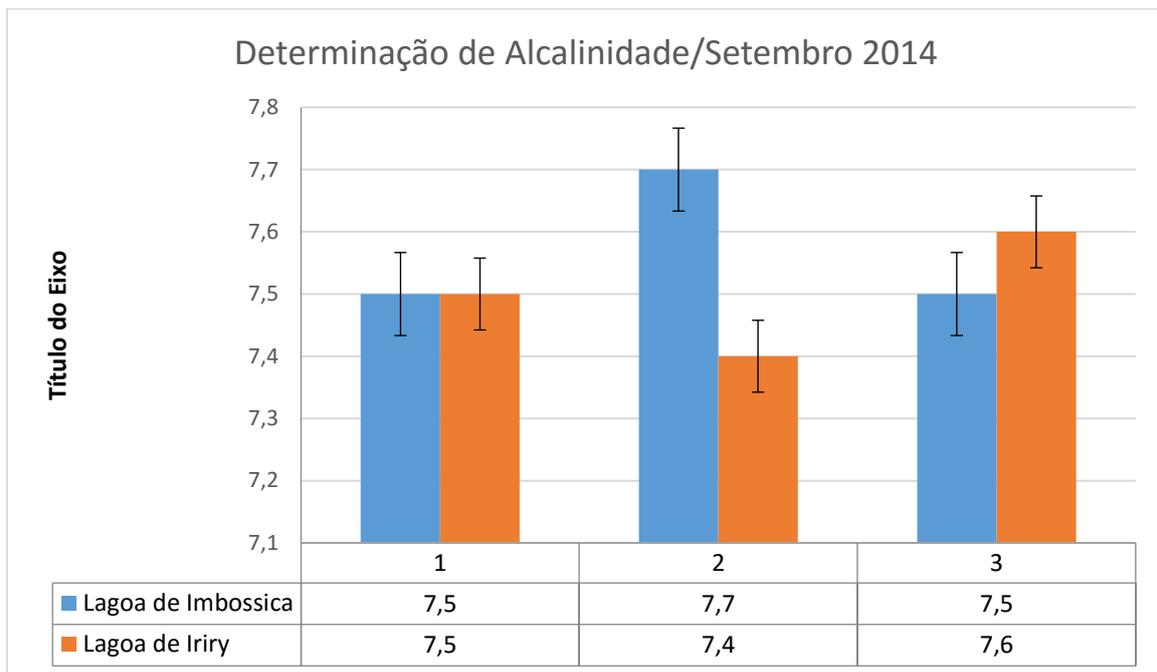
Pode-se observar que a Lagoa de Imboassica apresentou um pH muito alto comparado a Lagoa de Iriry. Sendo um deles um pH 8,0 comparado a um pH de 7,6. O pH da Lagoa de Imboassica variou de 7,8 a 8,0 e a lagoa de Iriry foi de 7,4 a 7,6.

Gráfico 6: Amostras do mês de Junho / período seco



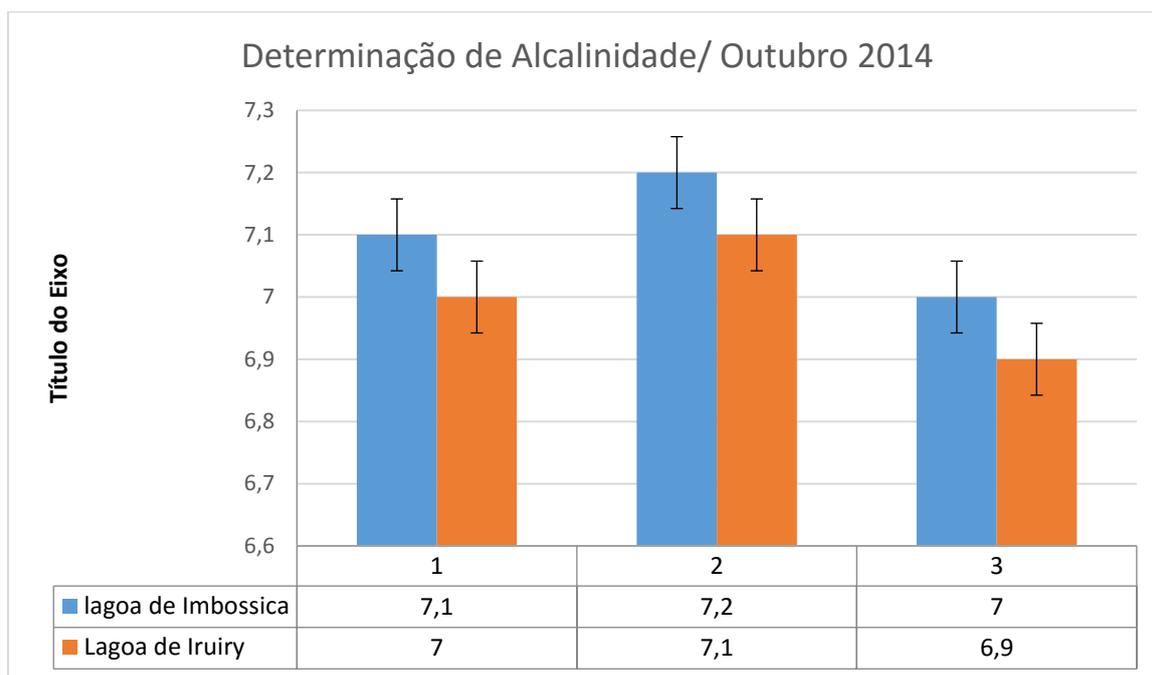
Em mais um mês a Lagoa de Imboassica apresentou valores de pH maior que a Lagoa de Iriry. A maior valor foi de 7,9 na amostra 1. A Lagoa de Iriry obteve valores próximos ao da Lagoa de de Imboassica, variando entre 7,4 e 7,5.

Gráfico 7: Amostras do mês de Setembro / período seco



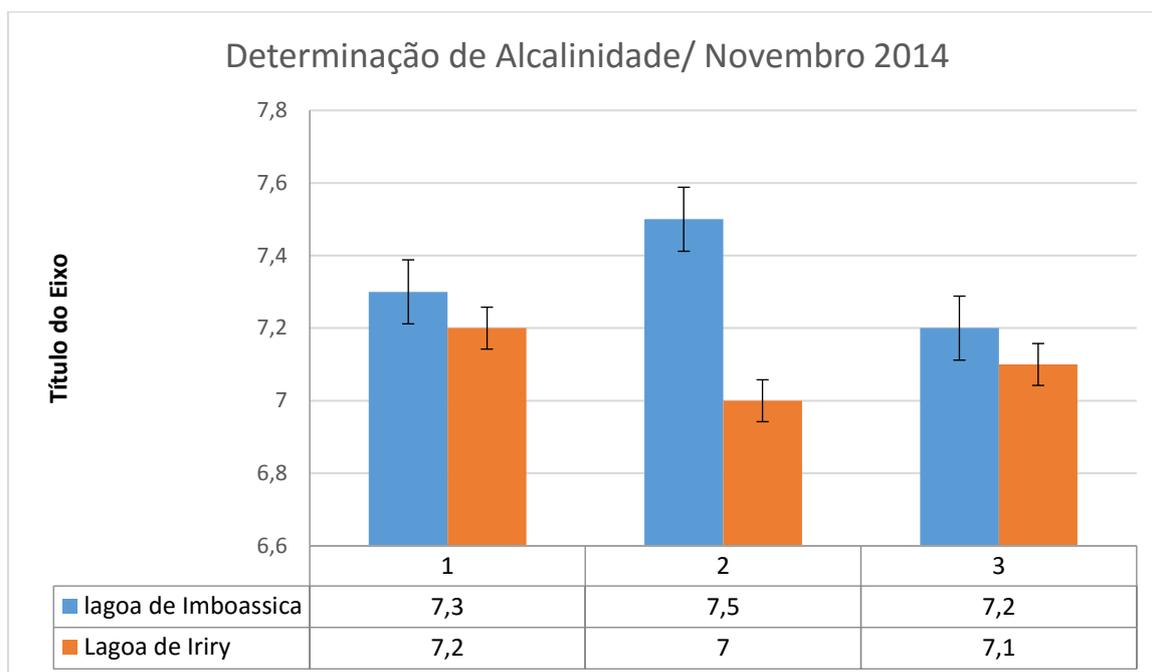
Nesse mês de setembro a Lagoa de Imboassica apresentou um pH maior que a Lagoa de Iriry em uma das amostras. E a Lagoa de de Iriry também apresentou um pH maior que a Lagoa de Imboassica em uma das amostras. Sendo que a outra amostra, as Lagoas obtiveram o mesmo valor de pH.

Gráfico 8: Amostras do mês de Outubro / período chuvoso



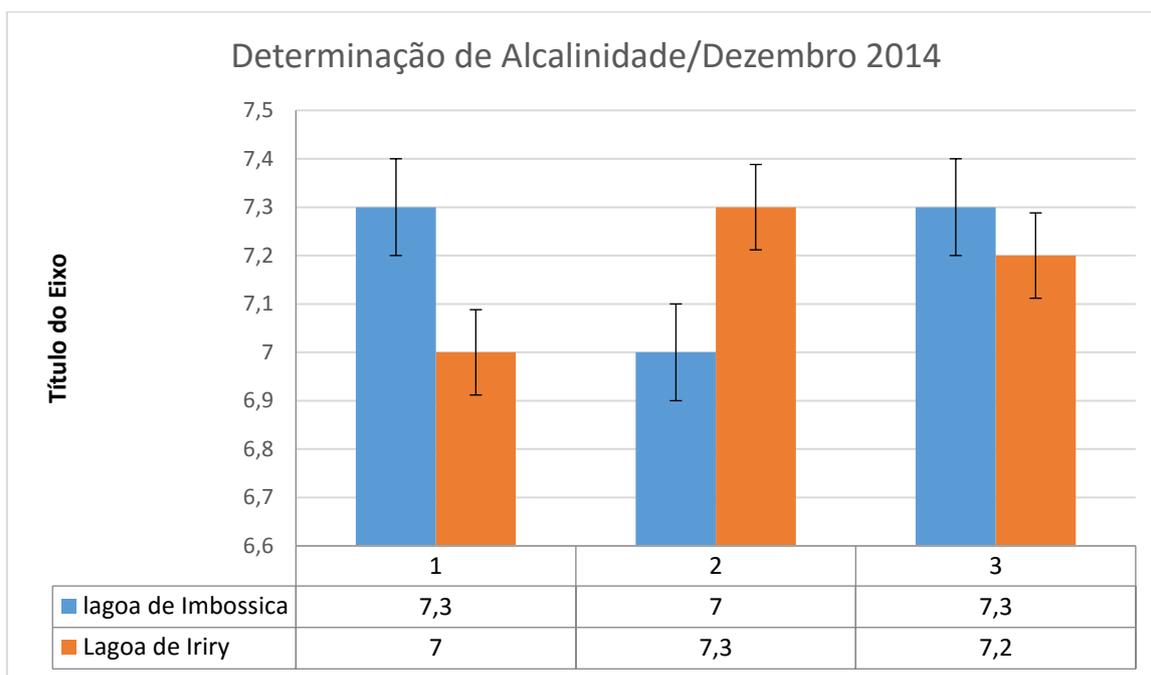
Mesmo a Lagoa de Imboassica obtendo um valor de pH baixo, nas 3 amostras a Lagoa de Imboassica apresentou um pH maior que a Lagoa de Iruiry. O menor valor de pH observado nesse mês foi da Lagoa de Iruiry (6,9).

Gráfico 9: Amostras do mês de Novembro / período chuvoso



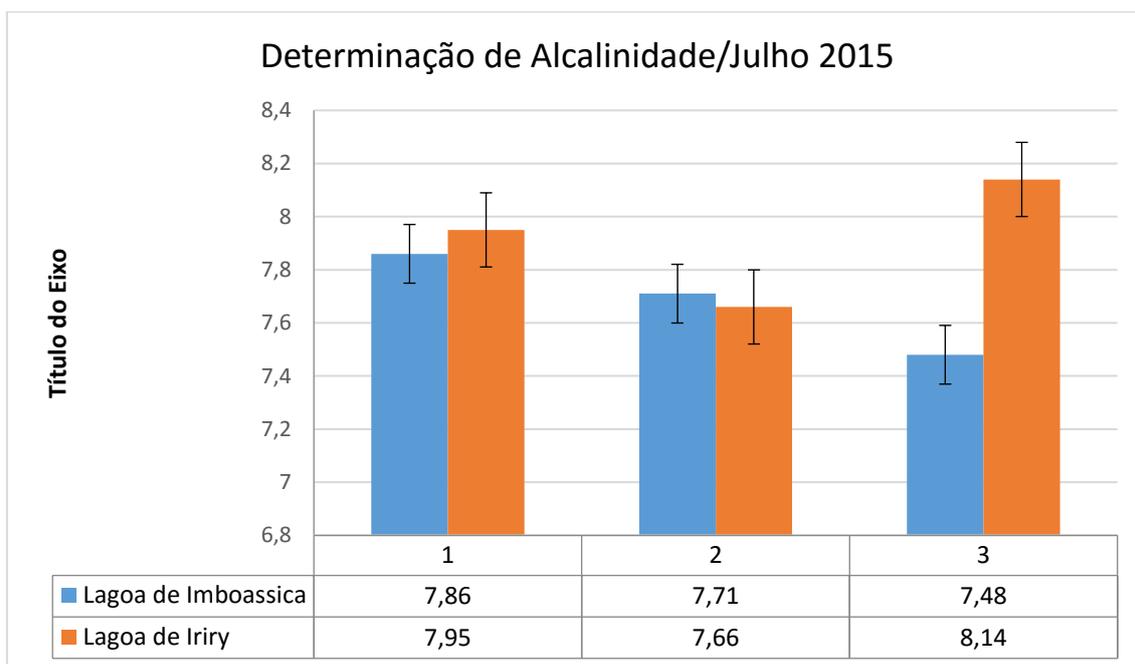
A Lagoa de Imboassica em mais um mês do ano de 2014 apresentou um pH elevado comparado a Lagoa de Iriry, sendo o maior valor de 7,5. A Lagoa de Iriry variou os valores entre 7 e 7,2.

Gráfico 10: Amostras do mês de Dezembro / período chuvoso



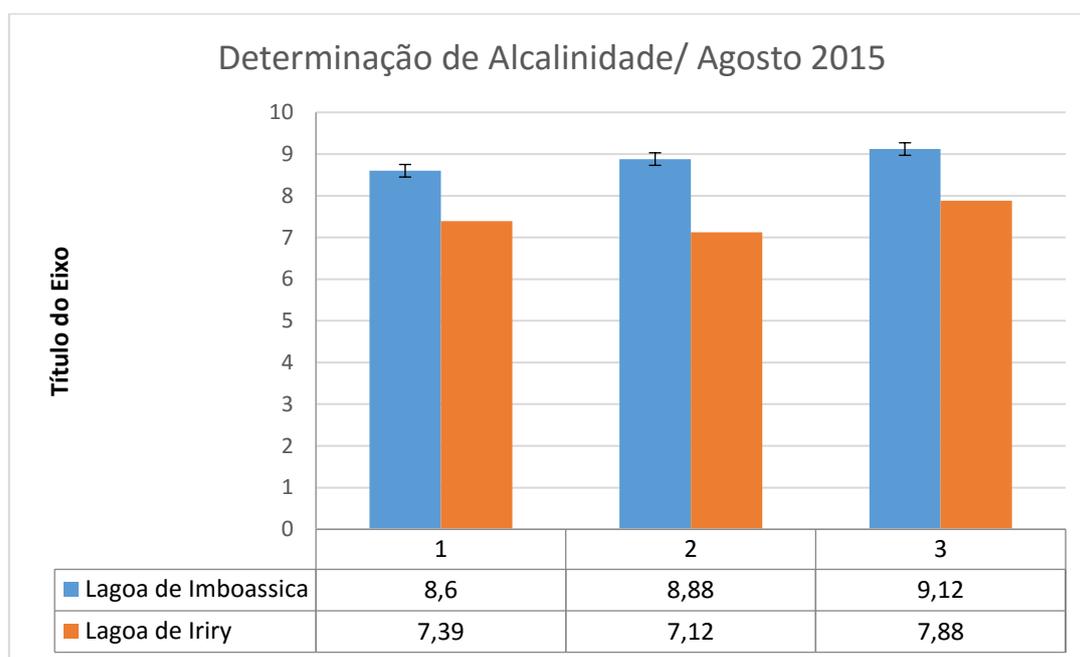
Em duas amostras a Lagoa de Imboassica apresentou os maiores valores de pH comparado a Lagoa de Iriry. A Lagoa de Iriry apresentou uma amostra com pH acima do valor da Lagoa de Imboassica.

Gráfico 11: Amostras do mês de julho / período seco



A Lagoa de Iriry obteve um valor elevado de pH em duas amostras, tendo um valor alcalino em uma das amostras. A Lagoa de Imboassica obteve um pH baixo em uma das amostras, e nas demais o pH esteve mais próximo do pH da Lagoa de Iriry.

Gráfico 12: Amostras do mês de agosto / período seco

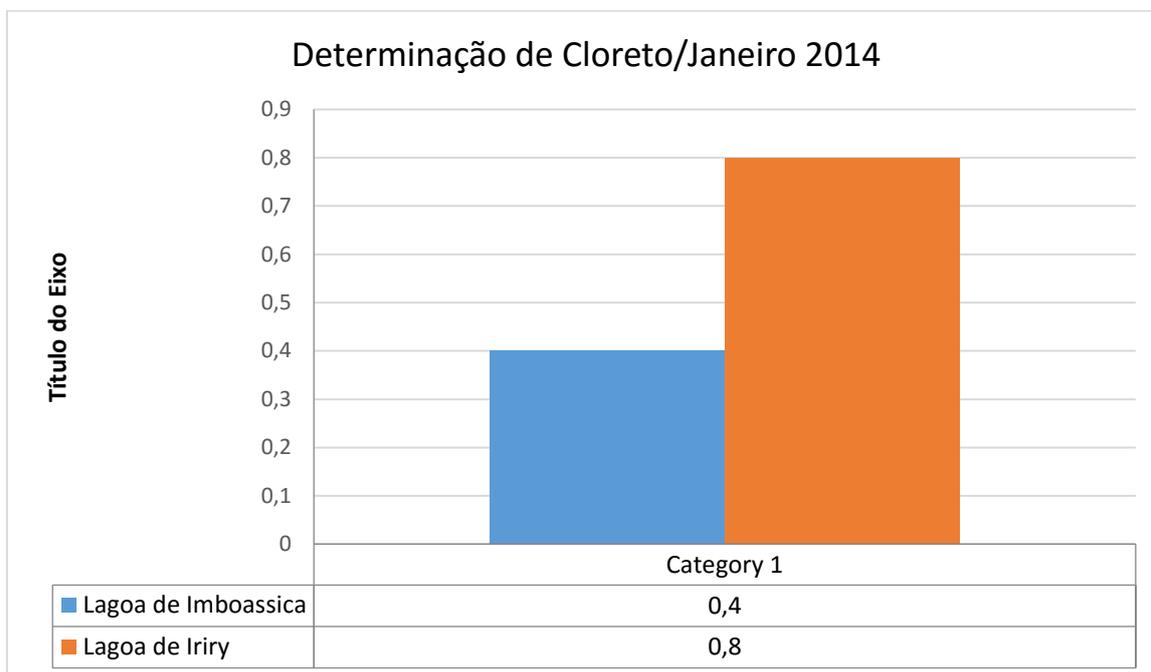


A Lagoa de Imboassica apresentou, comparado a Lagoa de Iriry, um pH alcalino. Variando entre 8,6 e 9,12. Já a Lagoa de Iriry não obteve valor acima de 7,88.

No período seco , de abril a setembro (Gráficos 4 a 7 e Gráficos 11 e 12), em ambos os anos foram observados nas lagoas um aumento no pH. Isso se deve a um período sem chuvas ou com poucas chuvas.

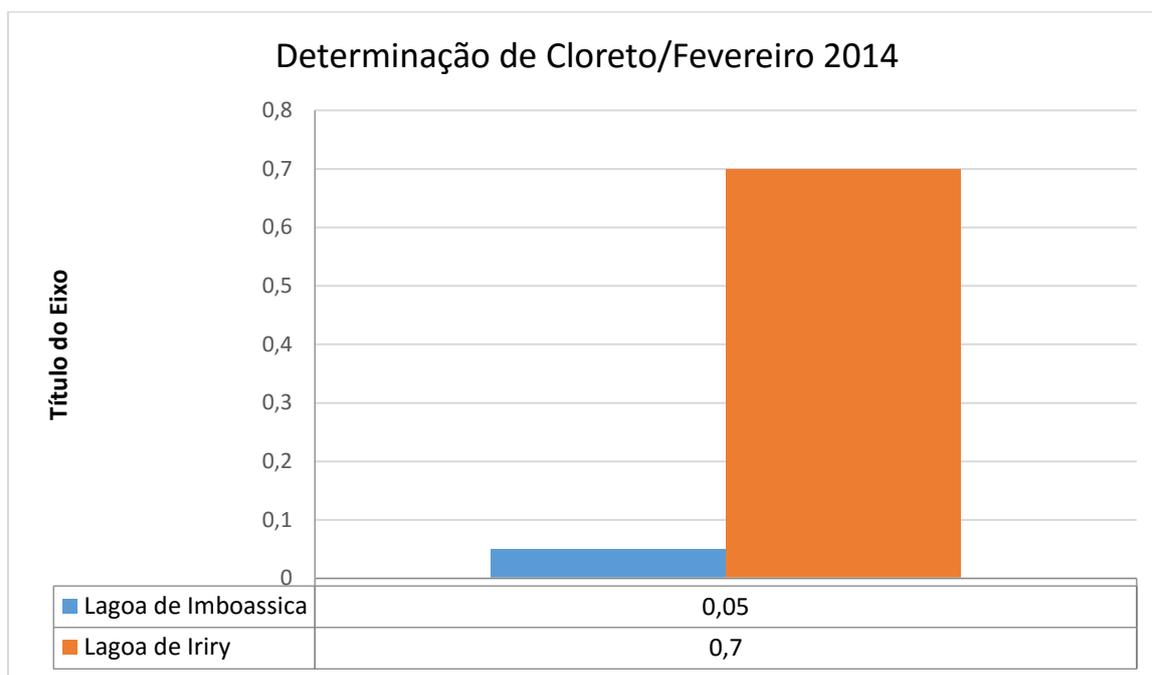
Em ambientes rasos, a parte que recebe luz solar atinge ou se aproxima do sedimento, aumentando a probabilidade dos substratos serem colonizados por diferentes populações periféricas. Devido a poucas chuvas, houve uma maior concentração de algas da Lagoa de Imboassica, chegando a uma média de pH 8,88 em agosto de 2015 (Gráfico 12). Isso porque as algas ao realizarem fotossíntese, retiram muito gás carbônico, que é fonte natural de acidez da água. Um pH mais ácido ou mais alcalino, como foi observado em alguns casos tanto na Lagoa de Iriry quanto na Lagoa de Imboassica, janeiro de 2014 (Gráfico 1) e agosto de 2015 (Gráfico 12) respectivamente, está associado à presença de despejos domésticos (ANEXO 1).

Gráfico 13: Amostras do mês de Janeiro / período chuvoso



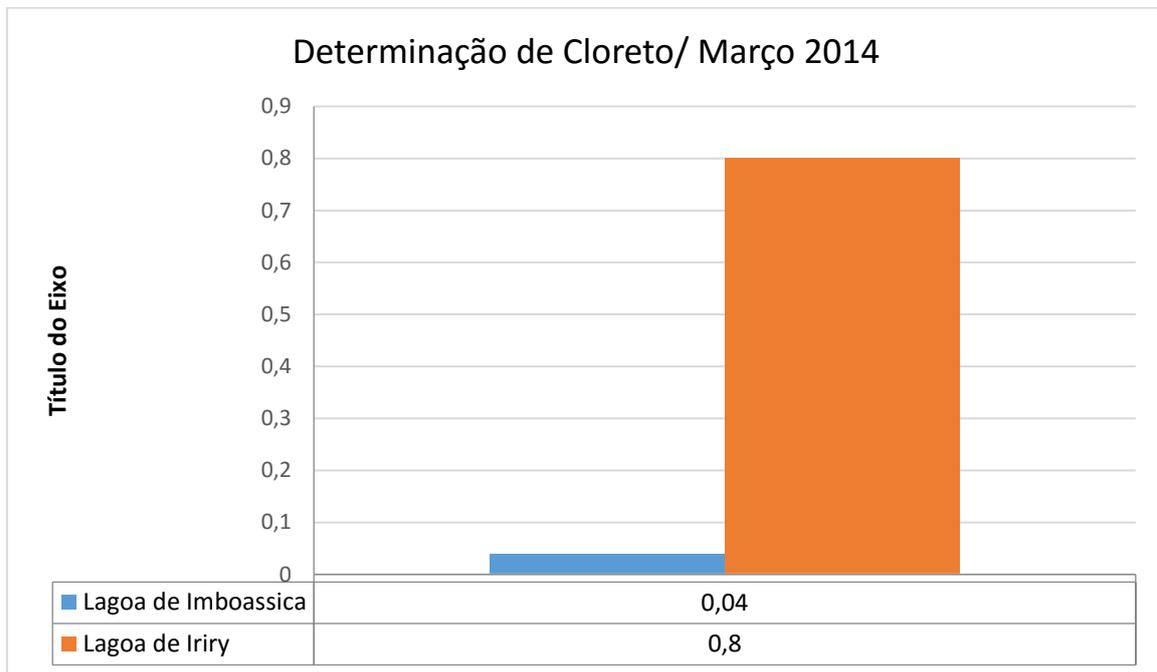
No mês de Janeiro, a Lagoa de Iriry obteve uma concentração de íon cloreto maior do que a Lagoa de imboassica .

Gráfico 14: Amostras do mês de Fevereiro / período chuvoso



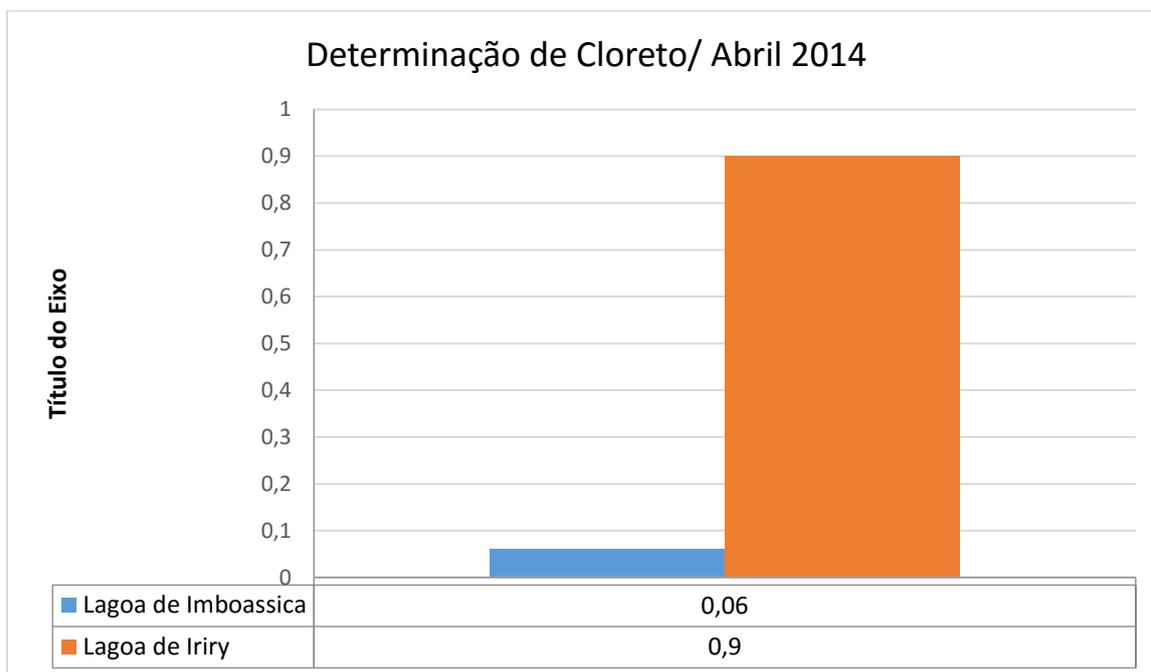
A Lagoa de Iriry obteve um valor considerável do íon cloreto, sendo até 13 vezes maior que o valor observado na Lagoa de Imboassica.

Gráfico 15: Amostras do mês de Março / período chuvoso



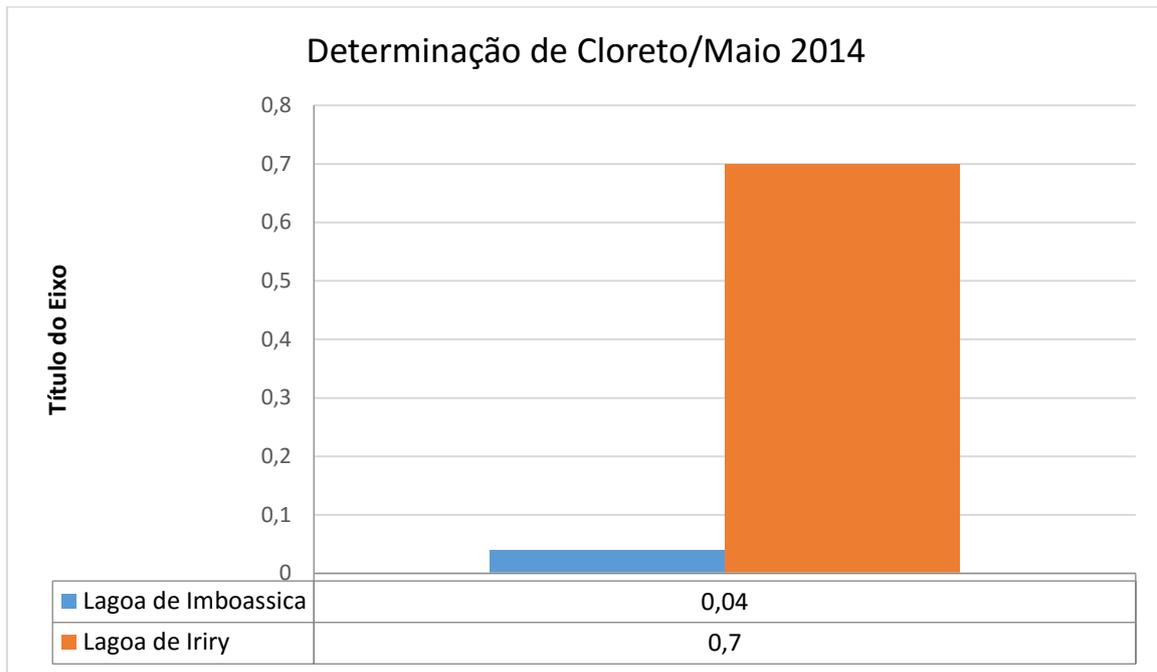
A Lagoa de Iriry em amiss um mês obteve uma concentração de íon cloreto maior que a Lagoa de Imboassica.

Gráfico 16: Amostras do mês de Abril / período seco



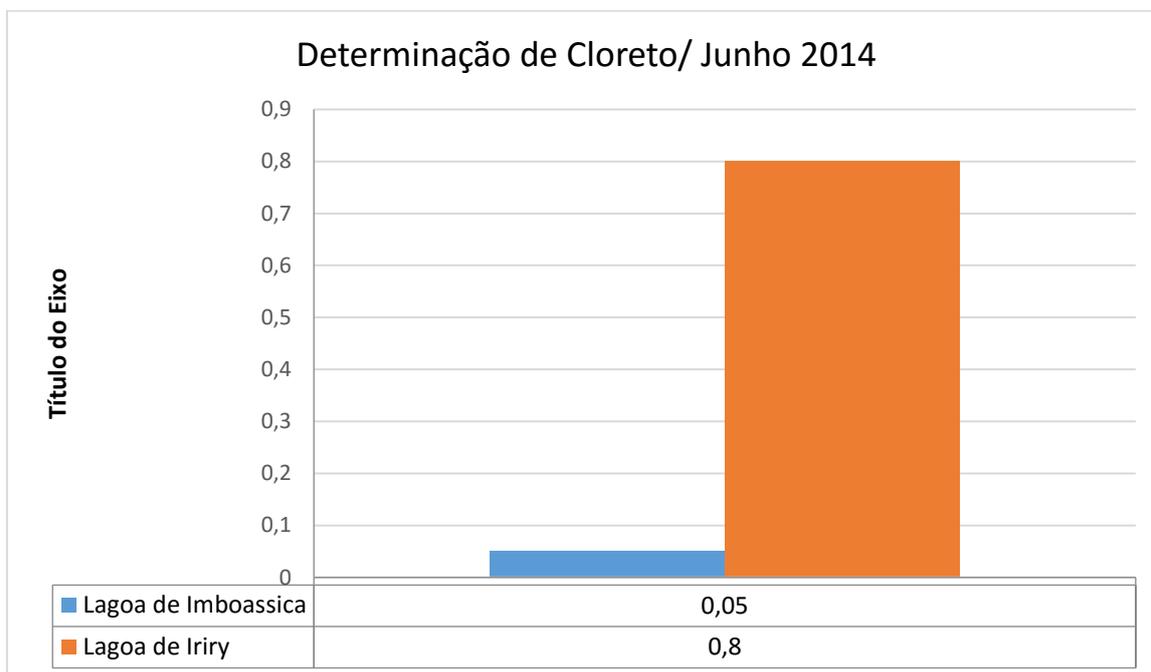
Mesmo sendo um período seco, a Lagoa de Iriry obteve uma concentração de íon cloreto maior que a lagoa de Imboassica.

Gráfico 17: Amostras do mês de Maio / período seco



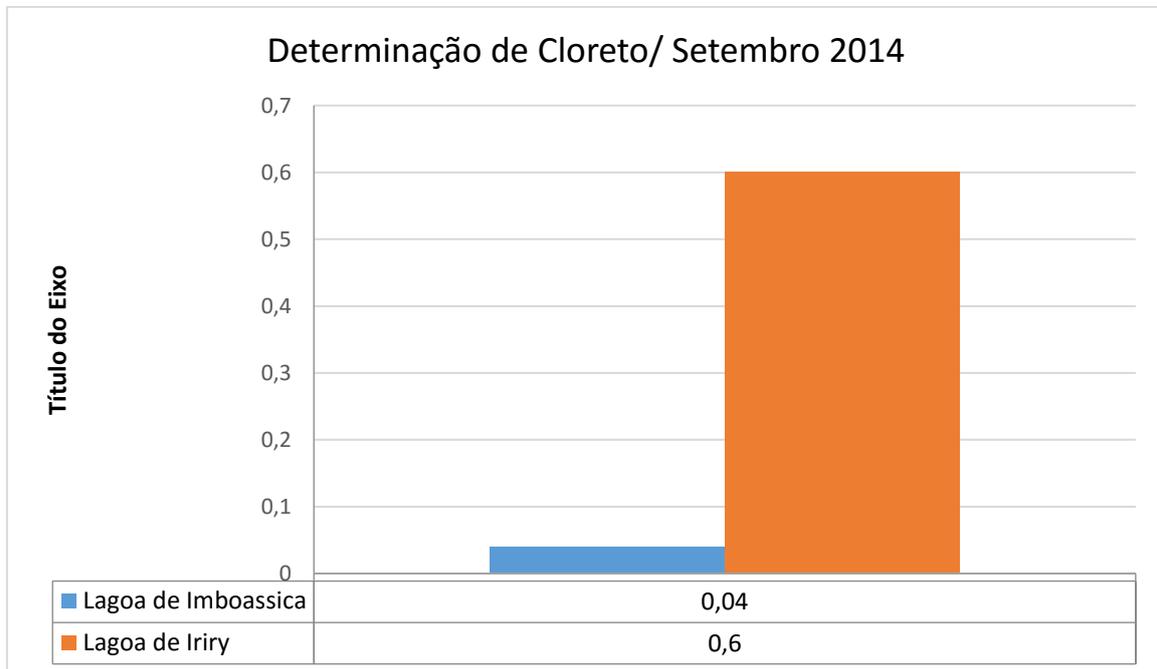
Nesse mês de maio a Lagoa de Iriry obteve o mesmo resultado comparado aos outros meses, ou seja, a concentração de íon cloreto foi maior que na Lagoa de Imboassica.

Gráfico 18: Amostras do mês de Junho / período seco



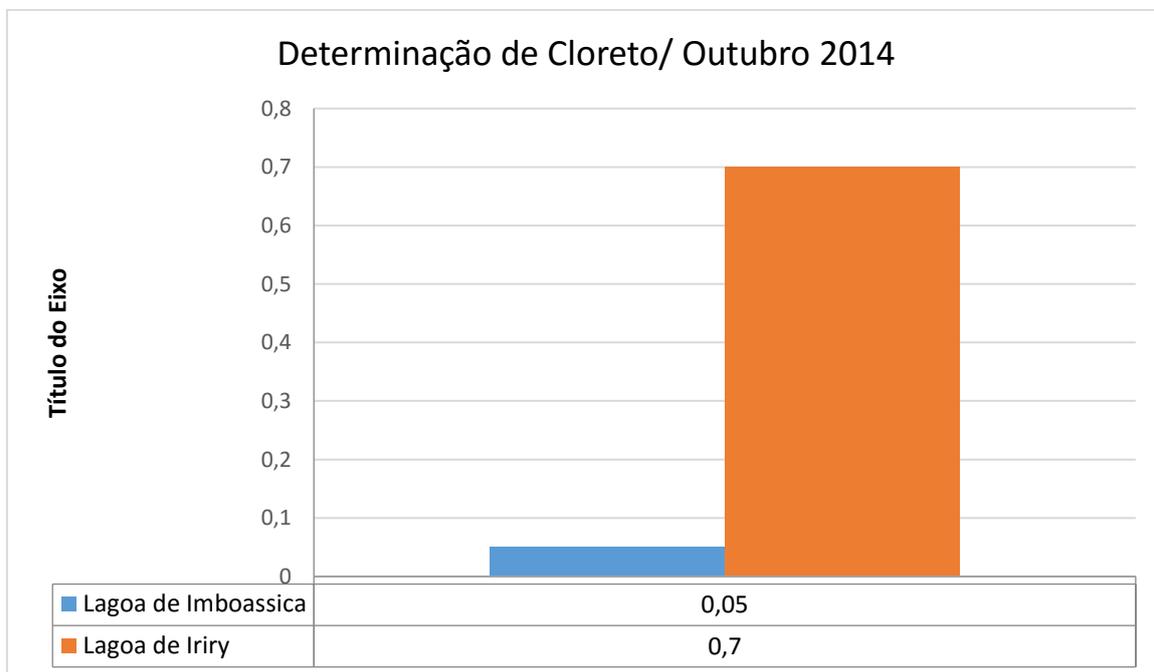
Em mais um mês a Lagoa de Imboassica apresentou uma concentração de íon cloreto bem menor que a Lagoa de Iriry.

Gráfico 19: Amostras do mês de Setembro / período seco



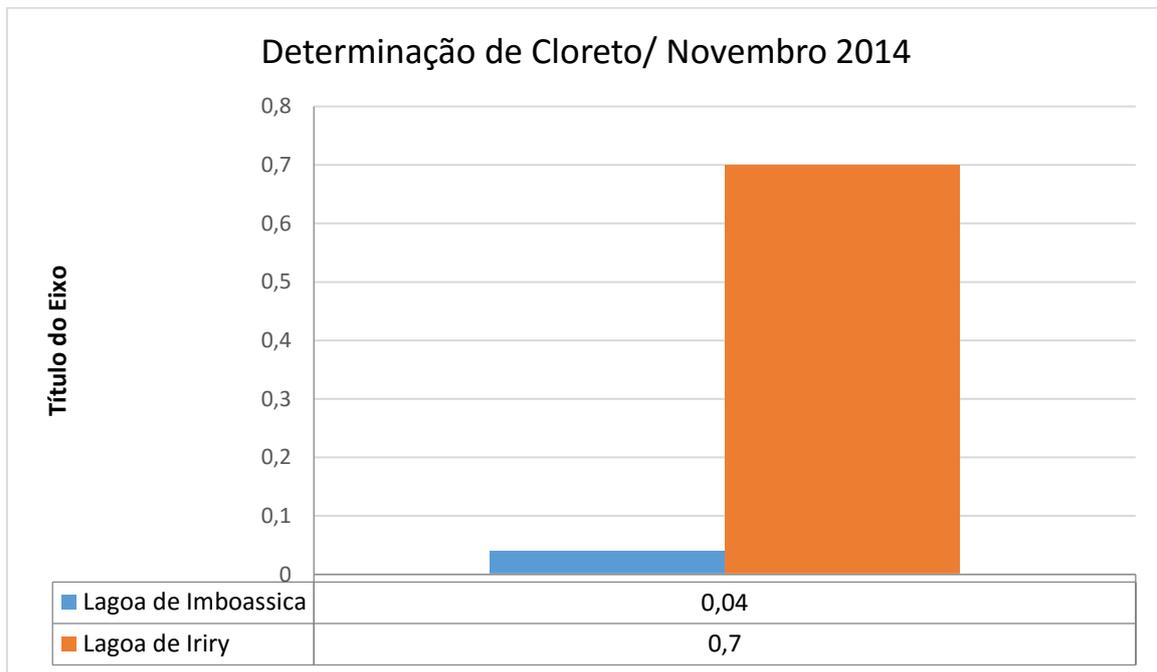
Nesse mês de setembro a Lagoa de Iriry obteve uma concentração de íon cloreto maior que a Lagoa de Imboassica.

Gráfico 20: Amostras do mês de Outubro / período chuvoso



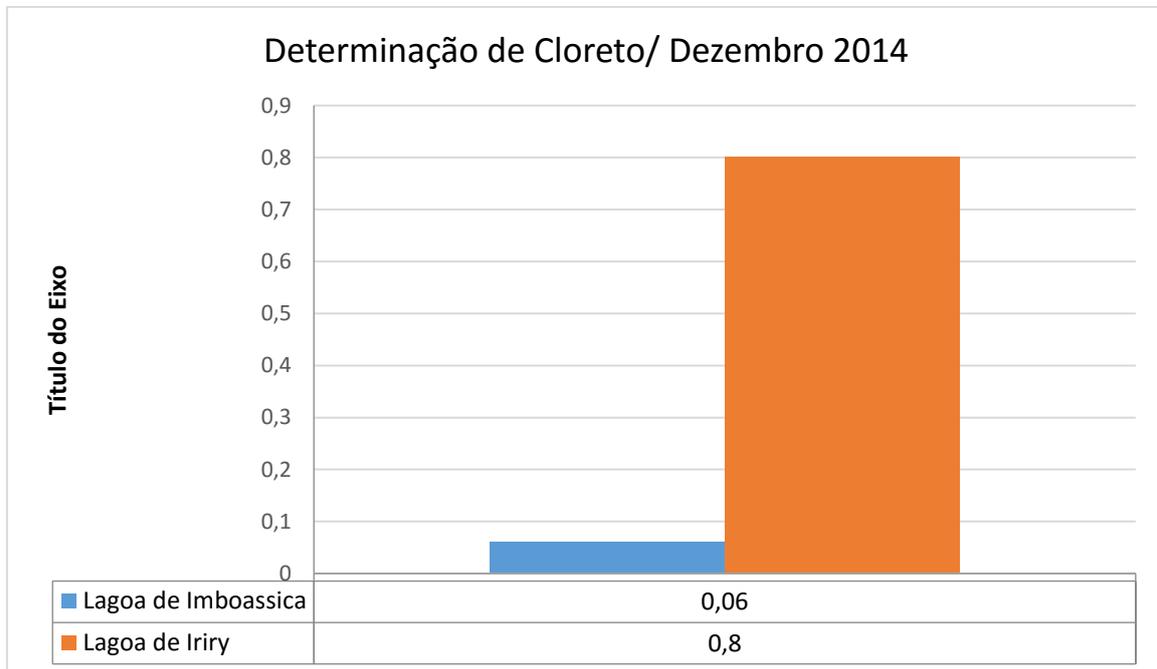
Mesmo voltando ao período chuvoso, a Lagoa de Iriry continua mantendo uma concentração elevada de íon cloreto comparado a Lagoa de Imboassica.

Gráfico 21: Amostras do mês de Novembro / período chuvoso



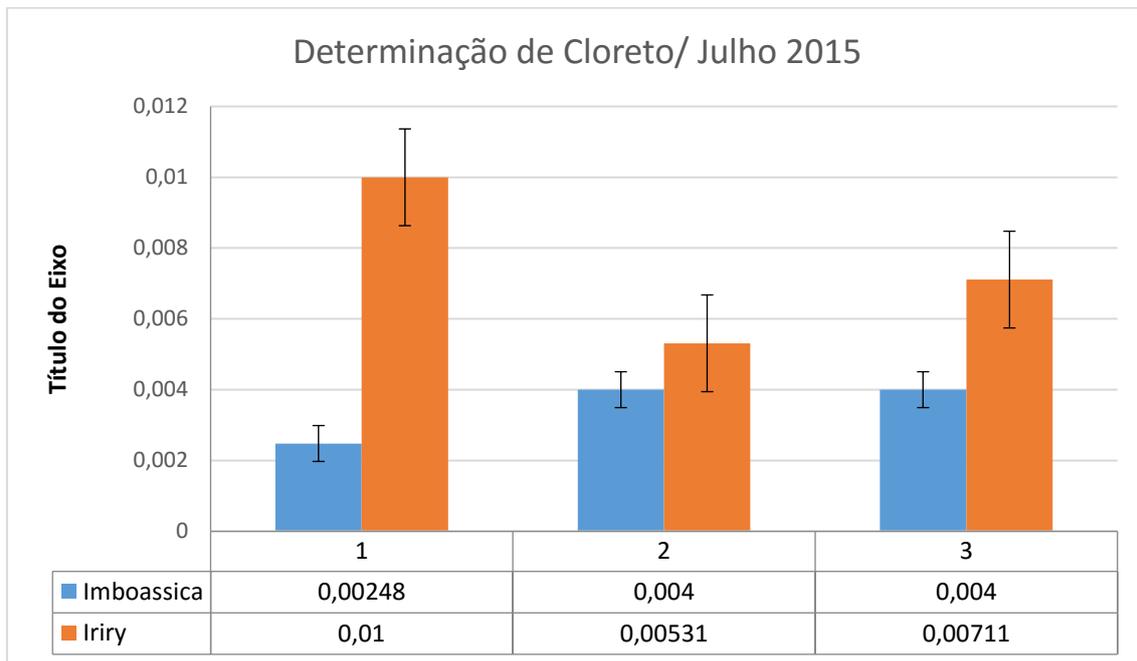
A Lagoa de Iriry obteve uma concentração de íon cloreto maior comparado a Lagoa de Imboassica.

Gráfico 22: Amostras do mês de Dezembro / período chuvoso



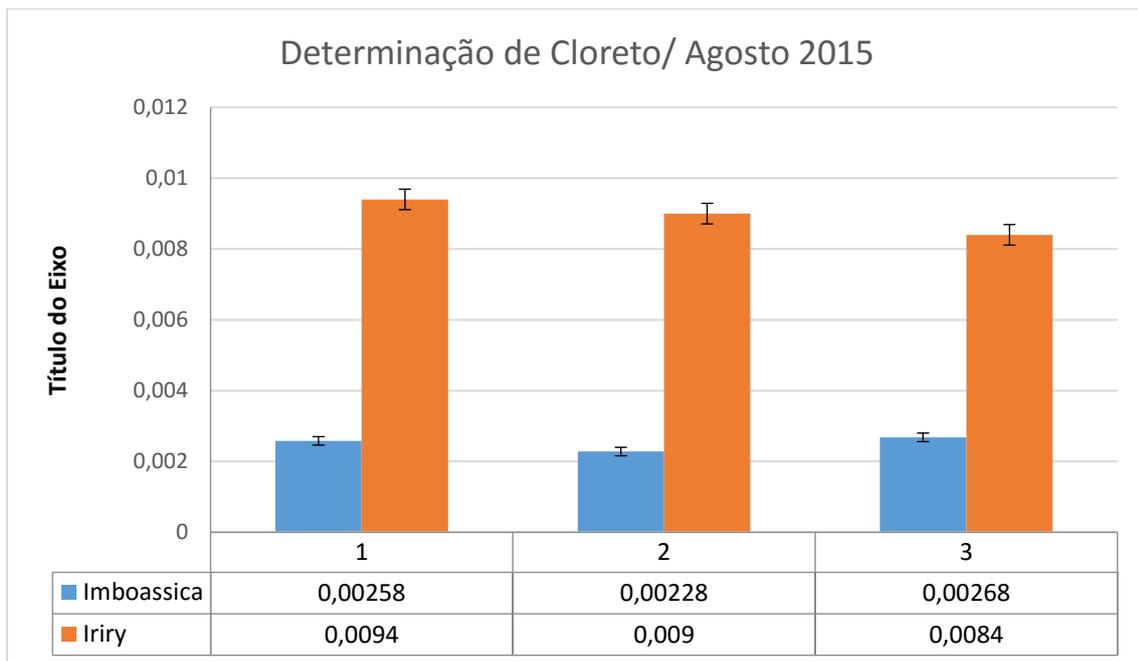
Finalizando o ano de 2014, o mês de dezembro não difere dos demais mostrando que a Lagoa de Iriry obteve uma concentração maior de íon cloreto, comparado a Lagoa de Imboassica.

Gráfico 23: Amostras do mês de Julho / período seco



No mês de julho, a Lagoa de Iriy obteve uma concentração de pion cloreto maior que a Lagoa de Imboassica.

Gráfico 24: Amostras do mês de Agosto / período seco



Comparando ao ano de 2014, o resultado permanece o mesmo. A Lagoa de Iriy apresentou uma concentração de íon cloreto maior que a Lagoa de Imboassica.

A Lagoa de Iriry apresentou uma maior concentração de cloreto em ambos os meses do ano de 2014 e a Lagoa de Imboassica apresentou baixa concentração do mesmo nos anos de 2014 e 2015. Como observado no último ano, pouco choveu mesmo no período chuvoso, outubro-março, podendo-se concluir assim a baixa concentração do cloreto nas Lagoas.

No ano de 2014, a Lagoa de Imboassica não teve uma renovação de sua água com a água do mar através do rompimento da barragem, podendo também explicar a baixa concentração do íon nas amostras.

Devido ao crescimento da vegetação Gigoga na Lagoa de Iriry (Figura 4), que caracteriza-se por vegetais de água doce ou salobra, pode-se dizer que seu crescimento está relacionado a alta concentração de íon cloreto. Apesar de ser observado uma concentração maior de cloreto, o valor aceitável para água doce é de 10 a 25 ppm, com isso a água da Lagoa de Iriry não confere um sabor salgado por apresentar um valor inferior a 10 ppm.

A Lagoa de Imboassica é alimentada principalmente pela chuva, e a Lagoa de Iriry é alimentada pelos lençóis freático. Ambas Lagoas sofrem assoreamento, o que aumenta a salinidade e a temperatura. (ANEXO 2)



Figura 4: Lagoa de Iriry-Rio das Ostras/RJ.  
Fonte: Disponível em: [revistadacidade.com.br](http://revistadacidade.com.br)

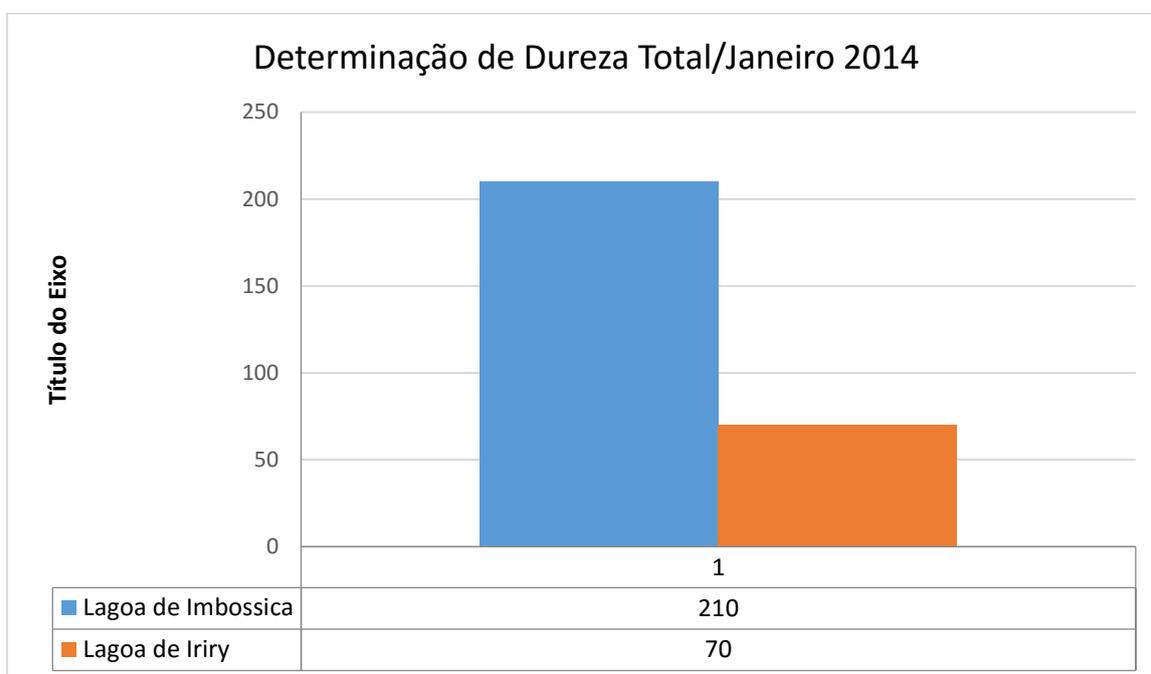
### 4.3 Determinação da Dureza Total

Tabela 2: Classificação de dureza total

Classificação de Dureza Total	[CaCO <sub>3</sub> ] mg/l
Moles	< 50
Moderadamente moles	50 a 100
Levemente moles	100 a 150
Moderadamente duras	150 a 250
Duras	250 a 350
Muito duras	>350

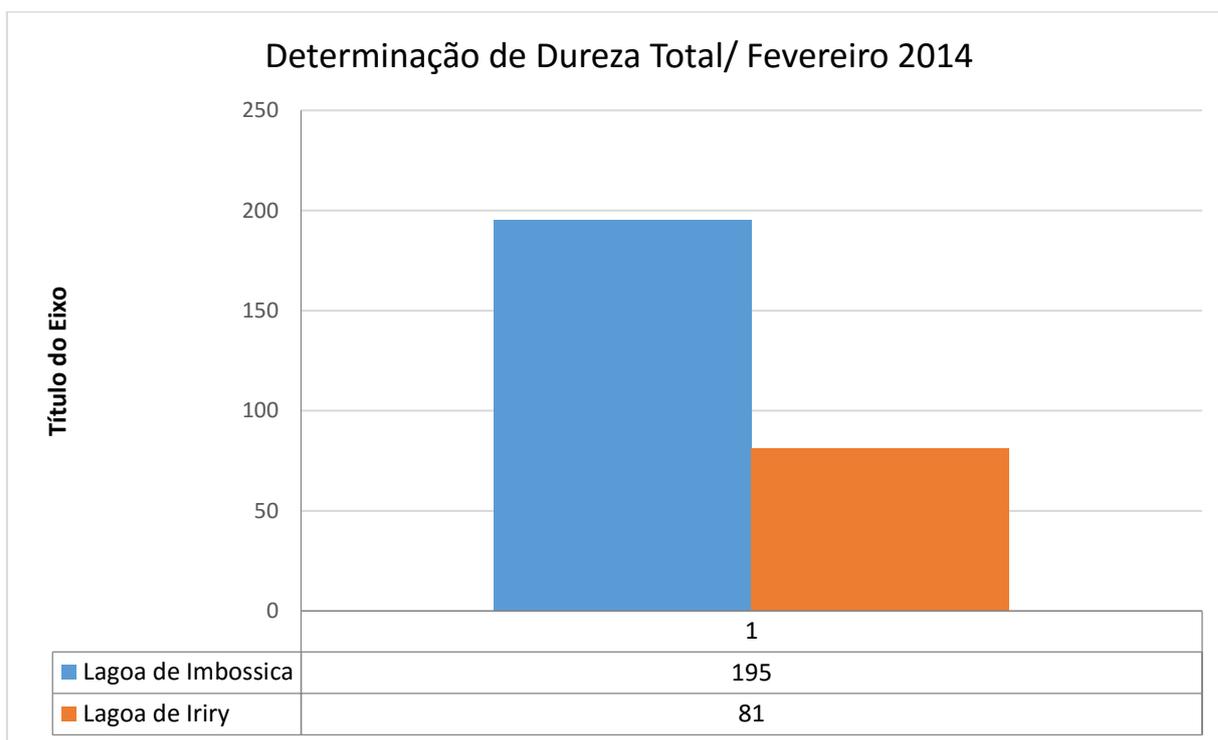
(Amélia, C.; & Gomes, I. Dureza, 2010)

Gráfico 25: Amostras do mês de Janeiro/ período chuvoso



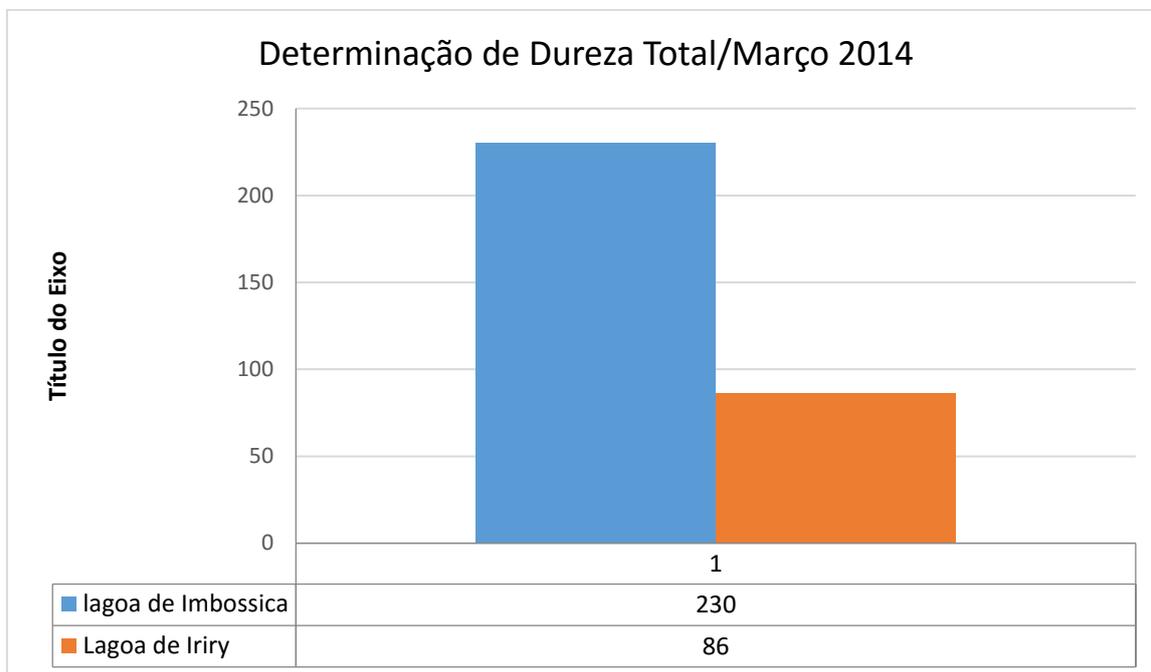
Em Janeiro, a Lagoa de Imboassica apresentou uma concentração de CaCO<sub>3</sub> (mg/L) maior que a a Lagoa de Iriry.

Gráfico 26: Amostras do mês de Fevereiro/ período chuvoso



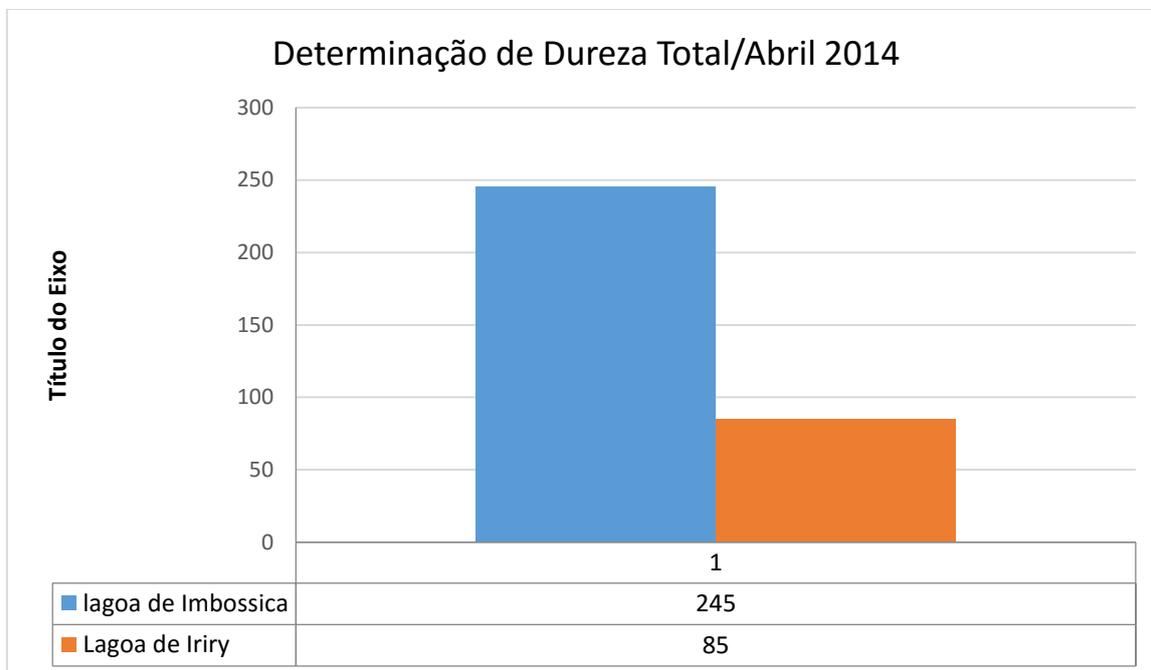
Foi observado que a Lagoa de Imboassica apresentou uma concentração de  $\text{CaCO}_3$  (mg/L) maior que a Lagoa de Iriry.

Gráfico 27: Amostras do mês de Março/ período chuvoso



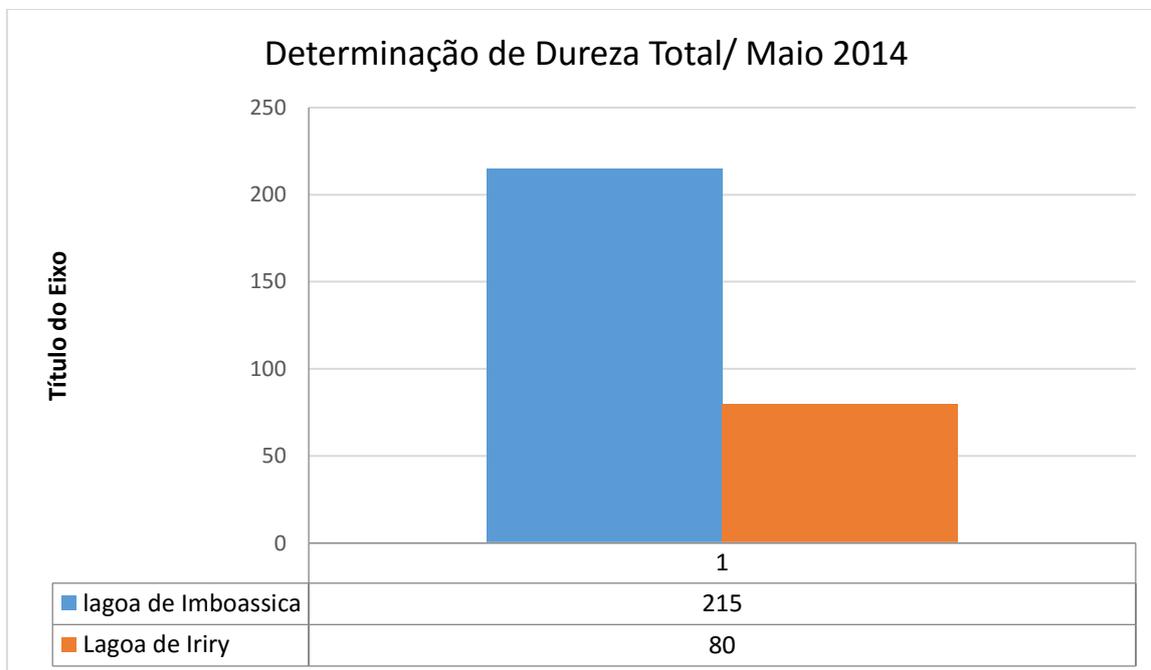
Em março, a Lagoa de Imboassica apresentou uma concentração de  $\text{CaCO}_3$  maior que a Lagoa de Iriry.

Gráfico 28: Amostras do mês de Abril/ período seco



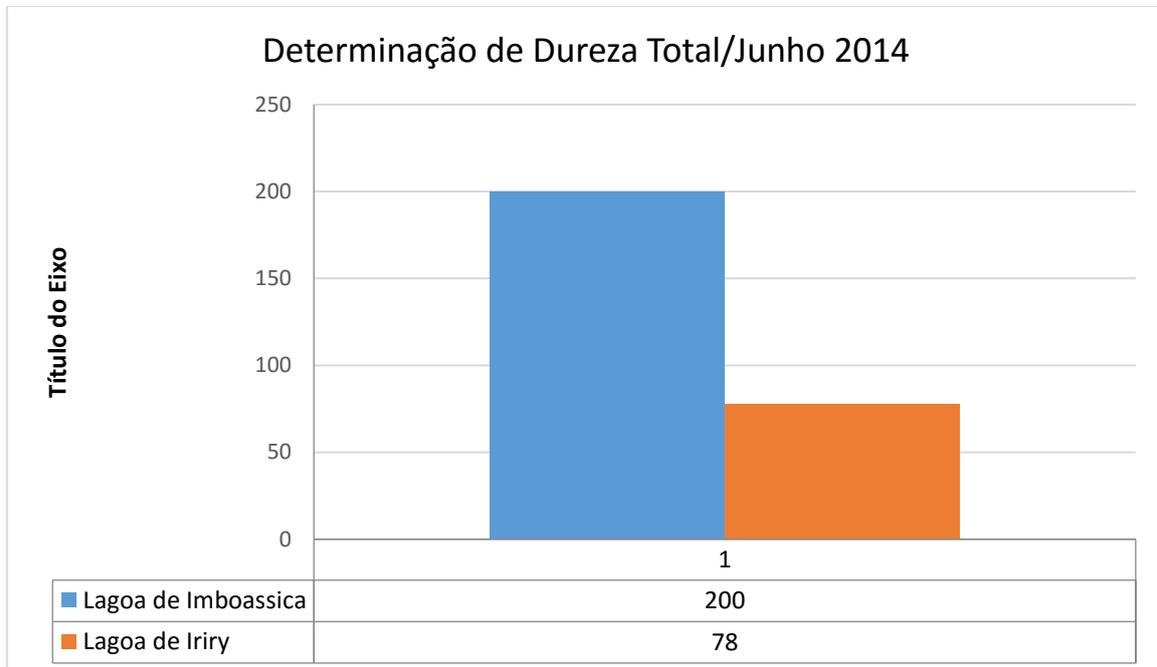
Mesmo estando em um período seco, a Lagoa de Imboassica apresentou uma concentração de  $\text{CaCO}_3$ (mg/L) maior que a Lagoa de Iriry.

Gráfico 29: Amostras do mês de Maio/ período seco



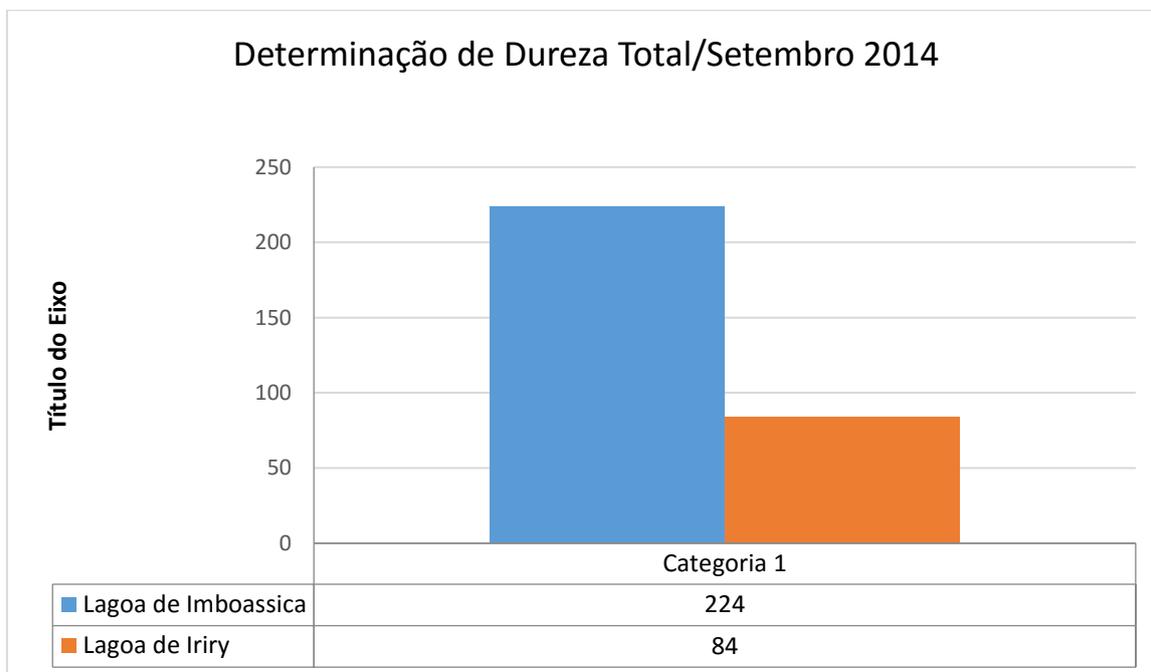
O mesmo acontece no mês de maio, em que a concentração de  $\text{CaCO}_3$ (mg/L) da Lagoa de Imboassica é maior que a Lagoa de Iriry.

Gráfico 30: Amostras do mês de Junho/ período seco



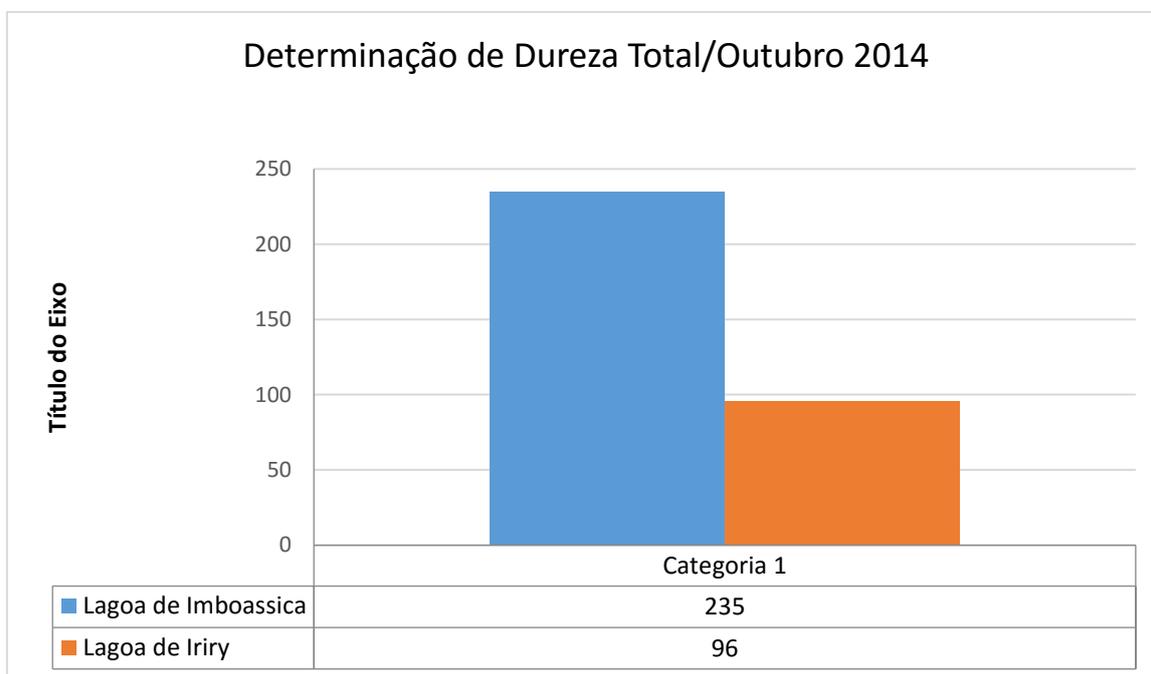
A Lagoa de Imboassica apresentou uma concentração de  $\text{CaCO}_3$  (mg/L) maior que a Lagoa de Iriry.

Gráfico 31: Amostras do mês de Setembro/ período seco



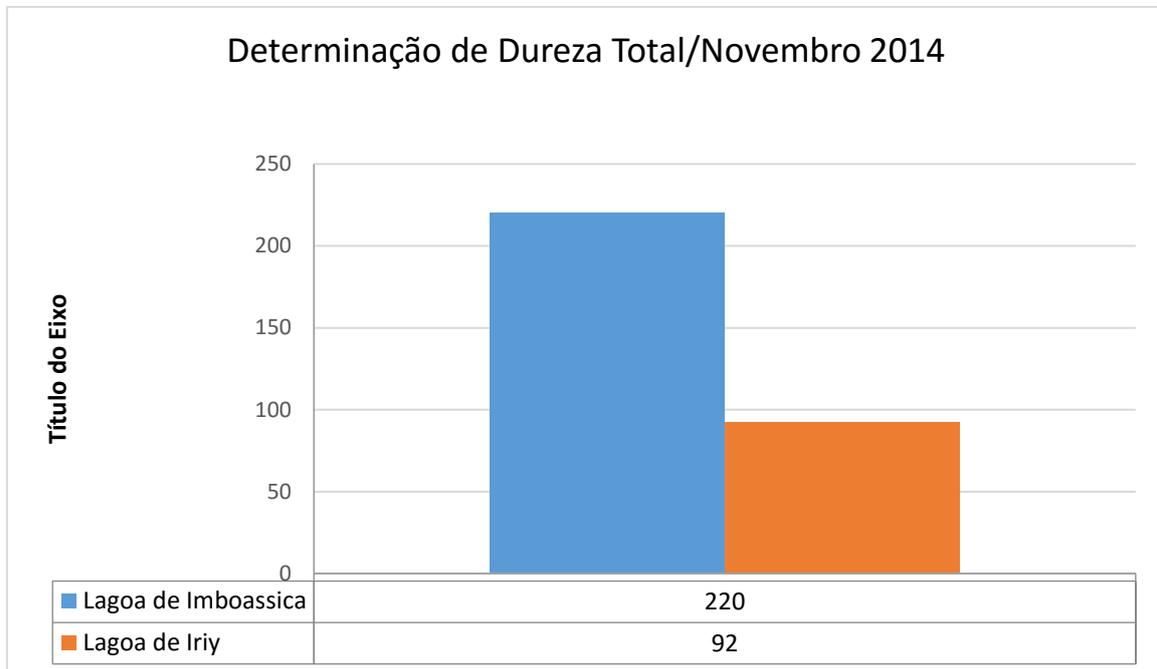
A concentração de  $\text{CaCO}_3$ (mg/L) da Lagoa de Iriry foi 6 vezes menor que a concentração do mesmo na Lagoa de Imboassica.

Gráfico 32: Amostras do mês de Outubro/ período seco



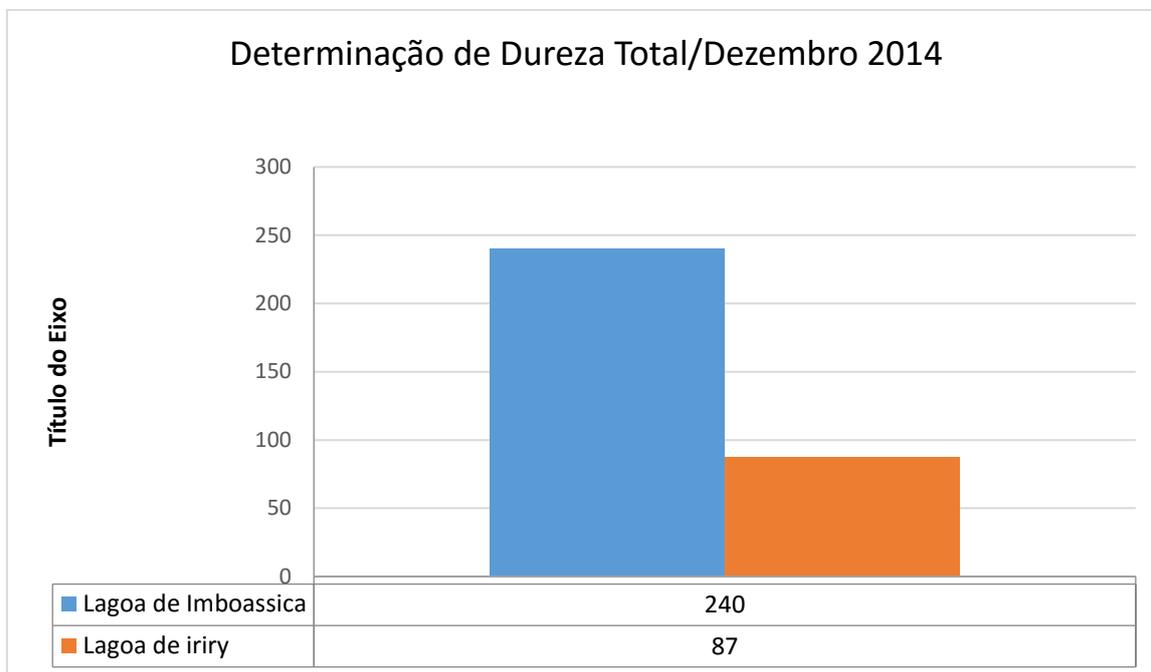
Em mais um mês a concentração de  $\text{CaCO}_3$  (mg/L) da Lagoa de Imboassica foi maior que a Lagoa de Iriry.

Gráfico 33: Amostras do mês de Novembro/ período chuvoso



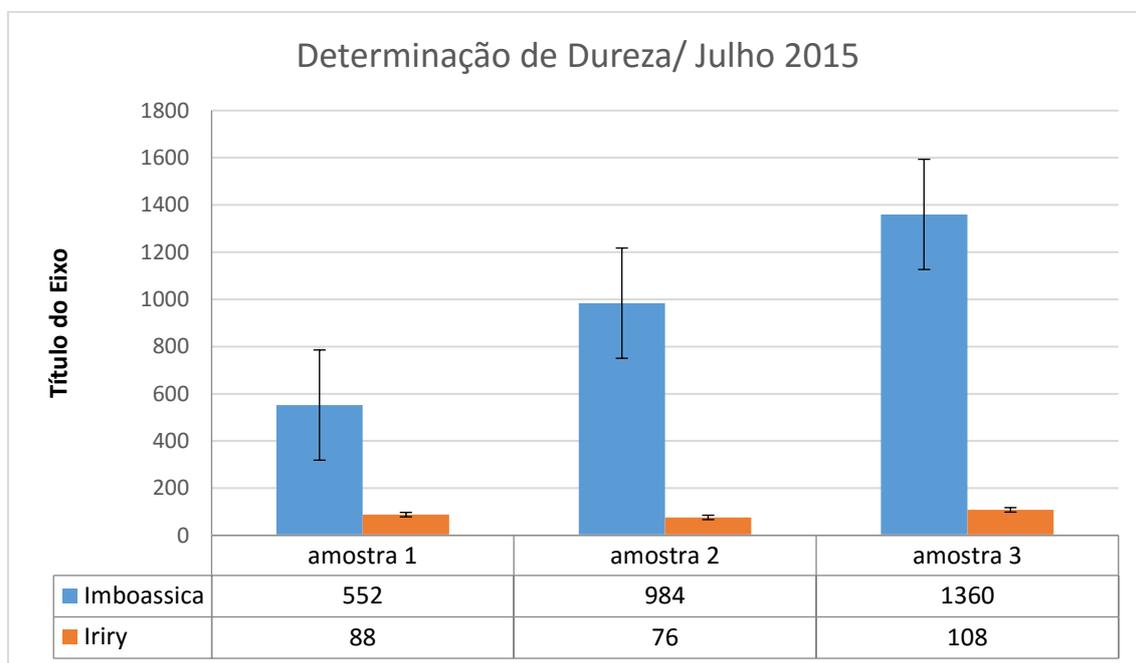
No mês de novembro a Lagoa de Imboassica apresentou uma concentração de  $\text{CaCO}_3$  (mg/L) maior que a Lagoa de Iriy.

Gráfico 34: Amostras do mês de Dezembro/ período chuvoso



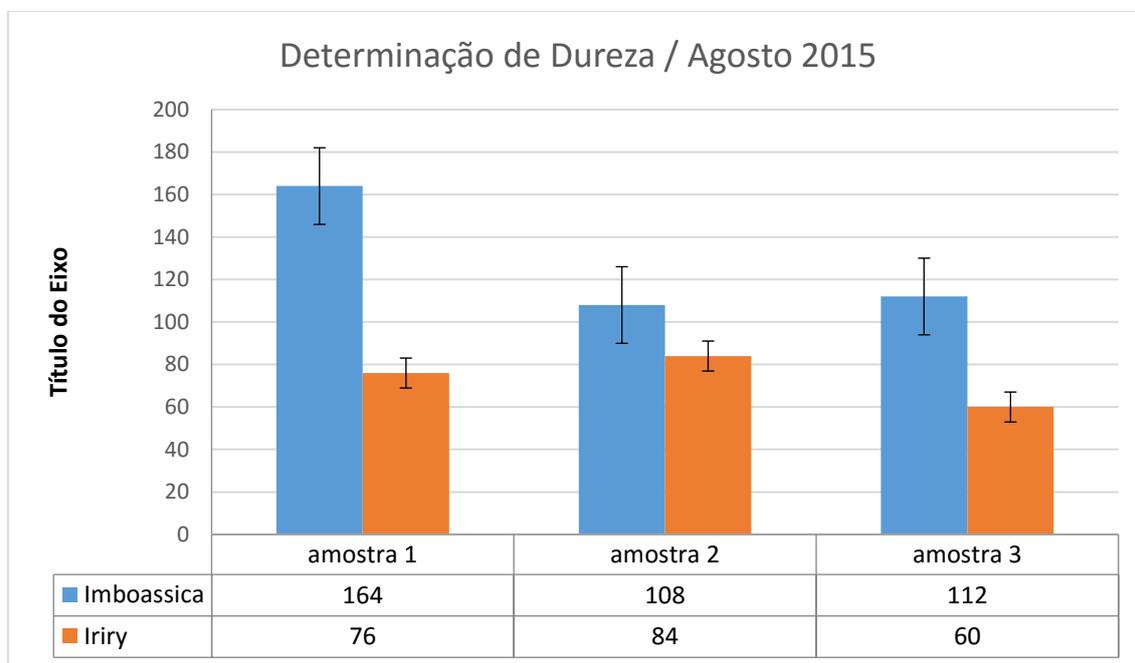
No ano de 2014, a Lagoa de Imboassica obteve uma concentração de  $\text{CaCO}_3$  (mg/L) maior que a Lagoa de Iriry. Como pode-se observar também no mês de dezembro.

Gráfico 35: Amostras do mês de Julho/ período chuvoso



A Lagoa de Imboassica obteve uma concentração de  $\text{CaCO}_3$  (mg/L) maior que a Lagoa de Iriry. Tendo uma maior concentração em uma das amostras (amostra 3).

Gráfico 36: Amostras do mês de Agosto / período chuvoso



Finalizando ano de 2015, nada mudou. A Lagoa de Imboassica obteve um valor de  $\text{CaCO}_3$  (mg/L) maior que a Lagoa de Iriry. Sendo que uma das amostras da Lagoa de Imboassica (amostra 1), obteve um valor elevado.

Quanto a dureza, em 2014 a Lagoa de Imboassica foi classificada como *Moderadamente Dura*, e para julho de 2015 (Gráfico 37) a Lagoa de Imboassica obteve a classificação de *Muito Dura*, que caracteriza-se por não dissolver bem o sabão ou detergente, e promove a deposição de calcário nas canalizações, máquinas de lavar roupa e louça. Apesar da classificação, as águas duras não apresentam inconvenientes. O cálcio e o magnésio na água são recomendados para o crescimento e são elementos saudáveis para os dentes e ossos. A dose diária de cálcio recomendada pela ONU é de cerca de 1000mg.

A Lagoa de Iriry foi classificada em 2014, quanto a dureza, como *Moderadamente mole*, e em julho (Gráfico 37) em agosto de 2015 (Gráfico 38) foi classificada em *Moderadamente Moles* e *Levemente Moles* respectivamente. O que pode ser explicado pela decomposição de ácidos por fungos e bactérias, que diminui assim a dureza total da água. (Artigo publicado no Boletim da Associação Portuguesa de Killifilia Vol. I, nº2. 1999). (ANEXO 3)

#### 4.4 Determinação do Ferro

Tabela 3: Determinação do Ferro do mês de Janeiro / período chuvoso

Amostras do mês de Janeiro	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

Não foi possível detectar ferro nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Janeiro.

Tabela 4: Determinação do Ferro do mês de Fevereiro / período chuvoso

Amostras do mês de Fevereiro	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

Não foi possível detectar ferro nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Fevereiro.

Tabela 5 : Determinação do Ferro do mês de Março / período chuvoso

Amostras do mês de Março	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

Não foi possível detectar ferro nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Março.

Tabela 6 : Determinação do Ferro do mês de Abril / período seco

Amostras do mês de Abril	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

Não foi possível detectar ferro nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Abril.

Tabela 7 : Determinação do Ferro do mês de Maio / período seco

Amostras do mês de Maio	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

Não foi possível detectar ferro nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Maio.

Tabela 8: Determinação do ferro mês de Junho / período seco

Amostras do mês de Junho	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

Não foi possível detectar ferro nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Junho.

Tabela 9: Determinação do Ferro do mês de Setembro / período seco

Amostras do mês de Setembro	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

Não foi possível detectar ferro nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Setembro.

Tabela 10: Determinação do Ferro do mês de Outubro / período chuvoso

Amostras do mês de Outubro	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

Não foi possível detectar ferro nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Outubro.

Tabela 11: Determinação do Ferro do mês de Novembro / período chuvoso

Amostras do mês de Novembro	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

Não foi possível detectar ferro nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Novembro.

Tabela 12: Determinação do Ferro do mês de Dezembro / período chuvoso

Amostras do mês de Dezembro	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

Não foi possível detectar ferro nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Dezembro.

Tabela 13: Determinação de Ferro ano de 2015

Amostras	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não detectável	Não detectável
2	Não detectável	Não detectável
3	Não detectável	Não detectável

Não foi possível detectar ferro nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no ano de 2015.

O Ferro foi classificado como *não detectável* em ambas as Lagoas nos anos de 2014 e 2015.

O íon ferroso, que é o mais solúvel, é encontrado com mais facilidade, não é tóxico mas confere sabor e cor a água. O valor máximo admissível pela Portaria 1469/2000 é de 0,3mg/L. E valores acima de 0,5 ppm (mg/L), não prejudicam os peixes. (Prof. Dr. Roque Passos Pirelli .Qualidade das águas e poluições; aspectos físico-químicos)

#### 4.5 Determinação de Zinco

Tabela 14: Determinação do Zinco do mês de Janeiro / período chuvoso

Amostras do mês de Janeiro	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

Não foi possível detectar zinco nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Janeiro.

Tabela 15: Determinação do Zinco do mês de Fevereiro / período chuvoso

Amostras do mês de Fevereiro	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

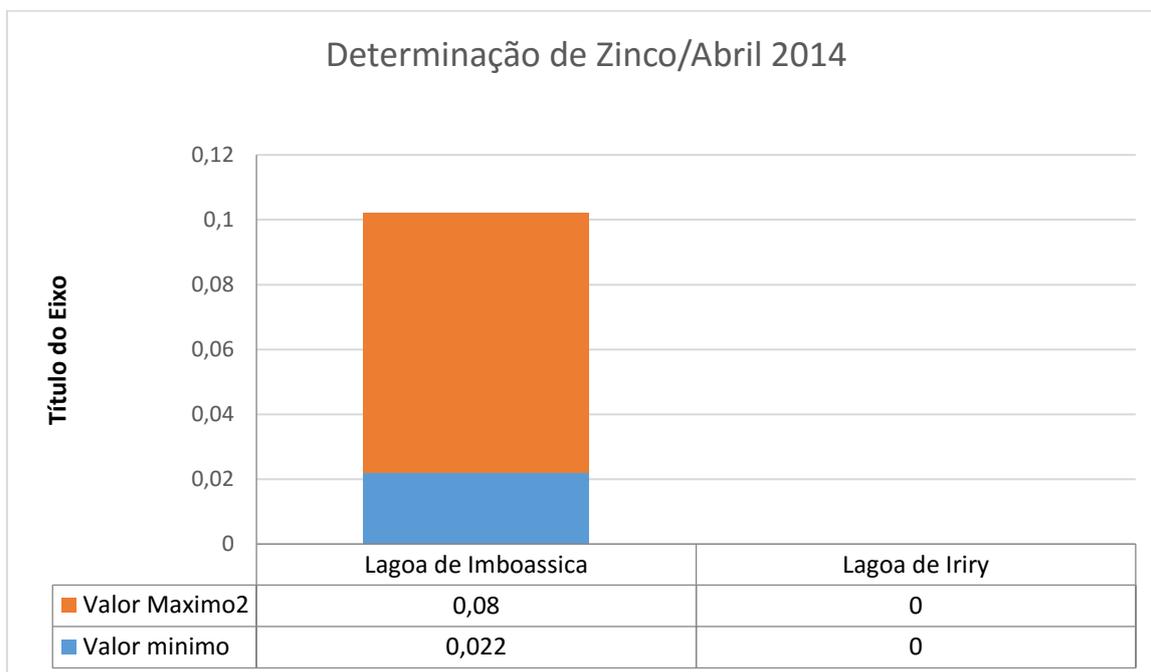
Não foi possível detectar zinco nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Fevereiro.

Tabela 16: Determinação do Zinco no mês de Março / período chuvoso

Amostras do mês de Março	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

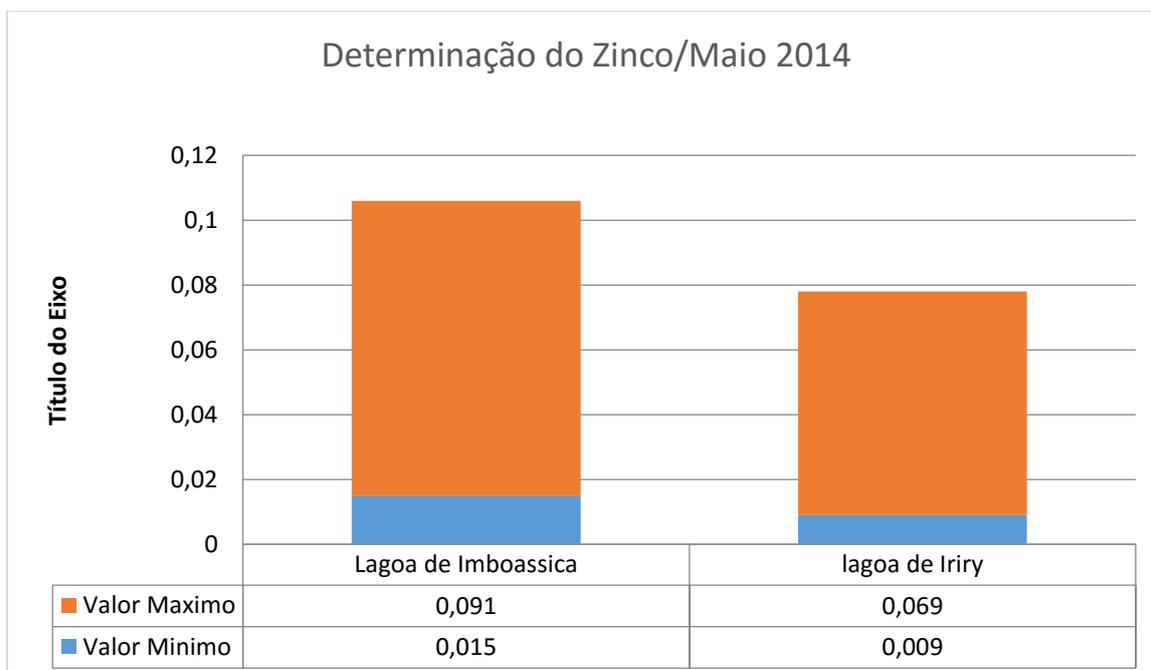
Não foi possível detectar zinco nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Janeiro.

Gráfico 47: Amostras do mês de Abril / período seco



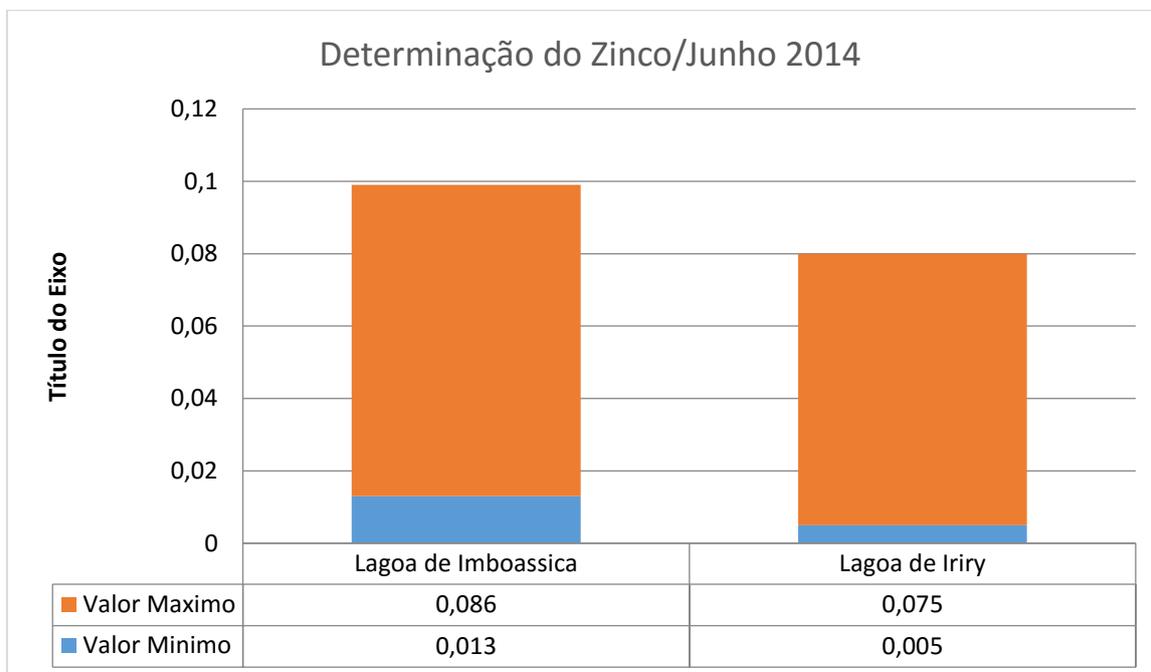
A lagoa de Iriry obteve uma concentração maior de metal zinco no mês de abril.

Gráfico 38: Amostras do mês de Maio / período seco



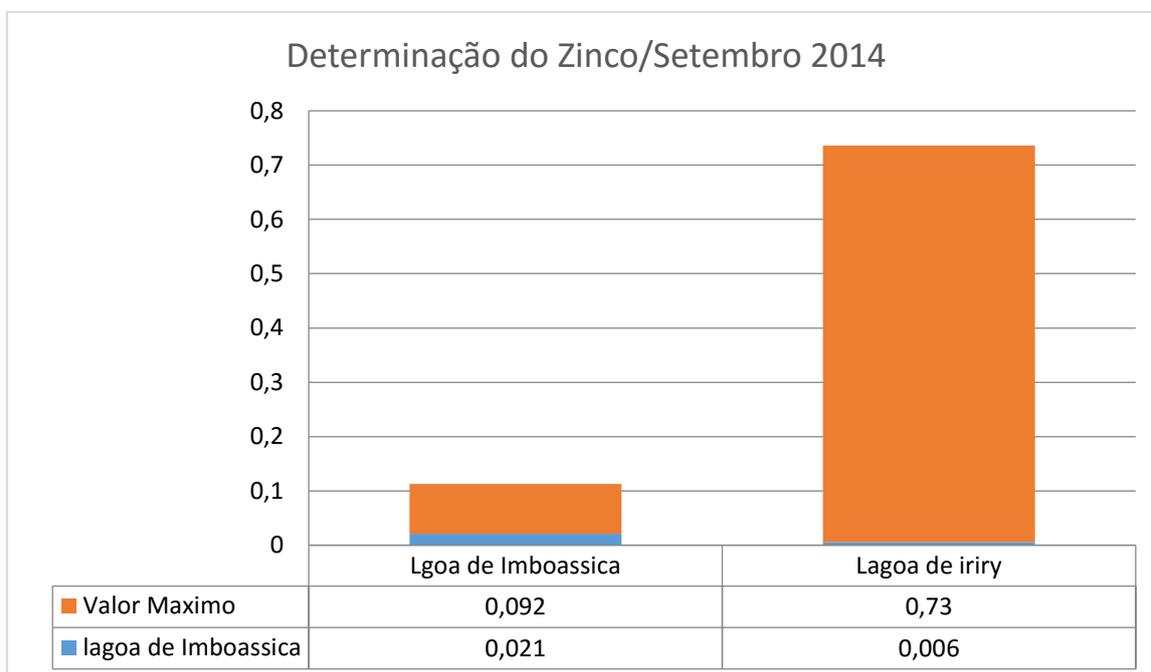
Pode-se observar que a Lagoa de Iriry apresentou uma concentração maior de zinco no mês de Maio.

Gráfico 39: Amostras do mês de Junho/ período seco



No mês de junho a Lagoa de Iriry apresentou uma concentração maior do metal zinco em suas amostras.

Gráfico 40: Amostras do mês de Setembro/ período seco



Finalizando o período seco, a Lagoa de Iriry apresentou uma concentração maior do metal zinco nas amostras do mês de setembro.

Tabela 17: Determinação do Zinco no mês de Outubro / período chuvoso

Amostras do mês de Outubro	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

Não foi possível detectar zinco nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Outubro.

Tabela 18: Determinação do Zinco no mês de Novembro / período chuvoso

Amostras do mês de Novembro	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

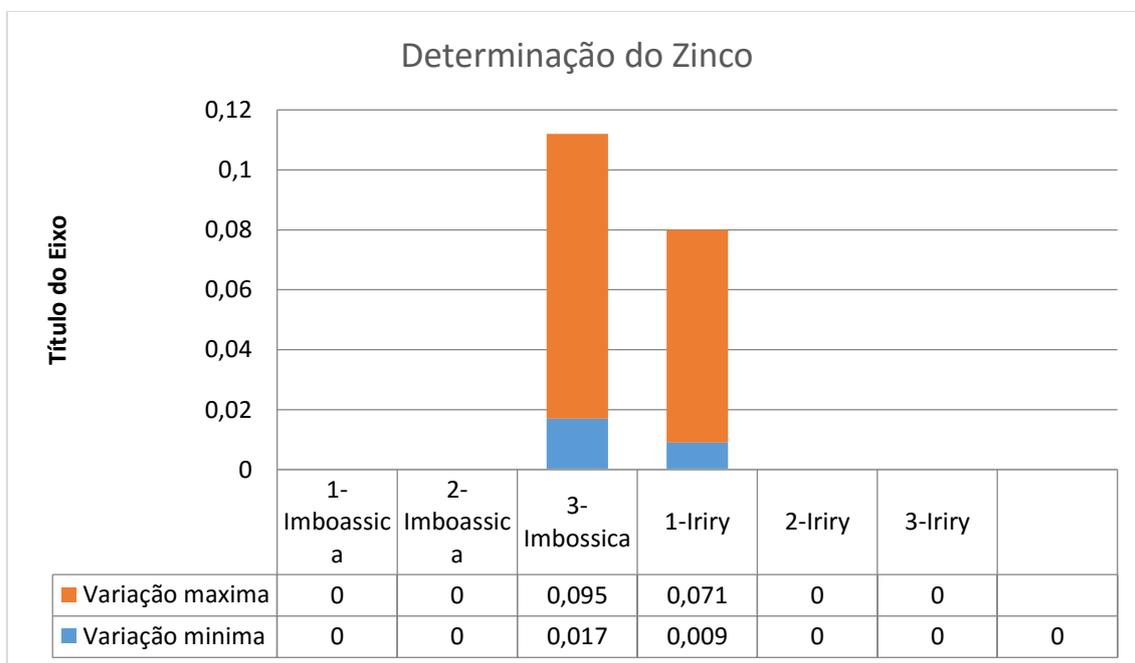
Não foi possível detectar zinco nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Novembro.

Tabela 19: Determinação do Zinco no mês de Dezembro / período chuvoso

Amostras do mês de Dezembro	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

Não foi possível detectar zinco nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Janeiro.

Gráfico 41: Determinação de Zinco/Ano de 2015



A Lagoa de Imboassica apresentou um valor maior do metal zinco no ano de 2015. (Gráfico 44).

Tabela 20: Comparação do metal Zinco entre as lagoas no ano de 2014

Ano de 2014	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriy	Comparação
Janeiro	Não Detectável	Não Detectável	Não Detectável em ambas as Lagoas
Fevereiro	Não Detectável	Não Detectável	Não Detectável em ambas as Lagoas
Março	Não Detectável	Não Detectável	Não Detectável em ambas as Lagoas
Abril	0,080~0,022	Não Detectável	Foi possível detectar zinco na Lagoa de Imboassica
Maio	0,091~0,015	0,069~0,009	A lagoa de Imboassica apresentou maior concentração.
Junho	0,086~0,013	0,075~0,005	A Lagoa de Imboassica apresentou maior concentração.
Setembro	0,092~0,021	0,073~0,006	A Lagoa de Imboassica apresentou maior concentração.
Outubro	Não Detectável	Não Detectável	Não Detectável em ambas as Lagoas
Novembro	Não Detectável	Não Detectável	Não Detectável em ambas as Lagoas
Dezembro	Não Detectável	Não Detectável	Não Detectável em ambas as Lagoas

No período seco (abril-maio), foi possível observar que a Lagoa de Imboassica apresentou uma concentração maior do metal zinco. E no período chuvoso (outubro-março), não foi possível detectar o metal na Lagoa de Iriy.

Tabela 21: Comparação do metal Zinco entre as lagoas no ano de 2015

Ano de 2015	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriy	Comparação
Julho	0,095+/-0,17	0,71+/-0,009	A Lagoa de Imboassica apresentou maior concentração

No período chuvoso de 2014, outubro-março, (Tabelas 14 a 16 e Tabelas 17 a 19) as Lagoas foram classificadas como *não detectável*. Na amostra da Lagoa de Imboassica de 2015 (Gráfico 44), o valor foi zero e a outra foi bem menor que o permitido. A amostra da Lagoa de Iriy de 2015 (Gráfico 44), foram classificadas como abaixo do limite.

A Lagoa de Imboassica apresentou em ambos os anos em períodos secos, abril-setembro, (Gráficos 40 a 44), uma concentração maior de Zinco. Isso pode-se explicar através dos despejos de esgoto. Como na Lagoa de Iriy também pode ter despejos. Já no período chuvoso não foi detectável. Pode-se explicar devido a água estar mais diluída.

O valor máximo admissível de zinco é de 5,0mg/L, de acordo com a Portaria 1469/2000. Concentrações maiores que 5,0mg/L, o zinco confere sabor e opalescência. E apresentam efeitos tóxicos sobre peixes e algas, mas benéficos aos humanos em relação a atividade da insulina e diversos compostos enzimáticos. Sua deficiência acarreta o atraso nos crescimento. (PANDILHA DE LIMA. Daniel, 2013. Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes da Bacia do Rio Cassiporé, Estad do Amapá, Amazônia, Brasil.)

#### 4.6 Determinação do Cromo

Tabela 22: Determinação do Cromo no mês de Janeiro / período chuvoso

Amostras do mês de Janeiro	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

Não foi possível detectar cromo nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Janeiro.

Tabela 23: Determinação do Cromo no mês de Fevereiro / período chuvoso

Amostras do mês de Fevereiro	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

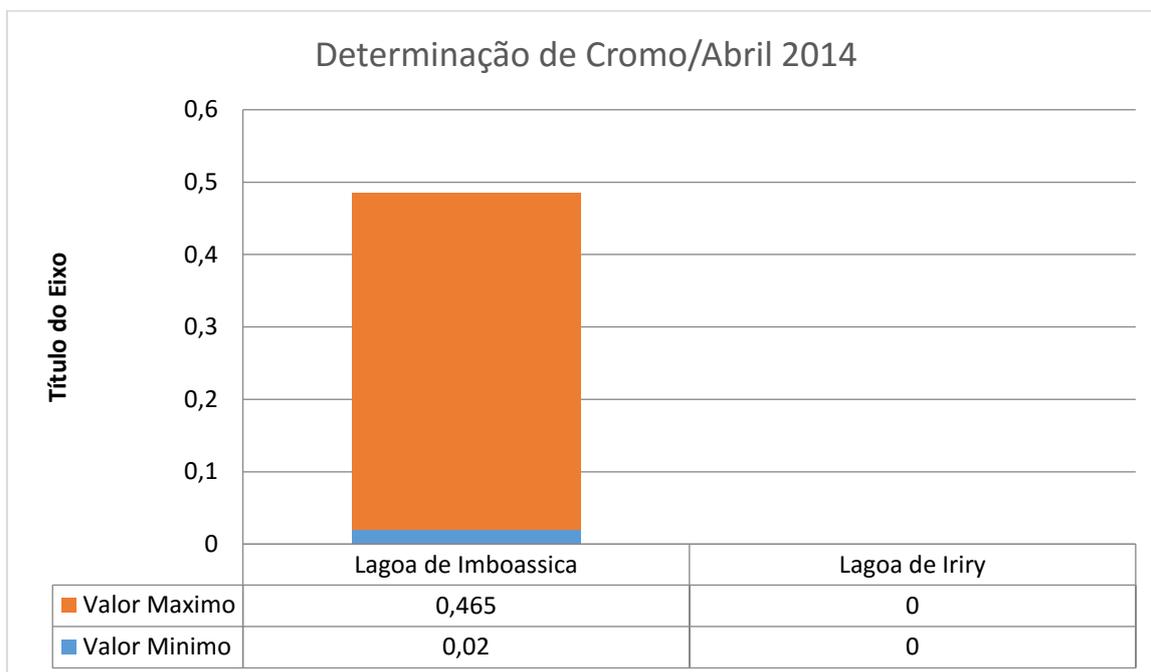
Não foi possível detectar cromo nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de Fevereiro.

Tabela 24 : Determinação do Cromo no mês de Março / período chuvoso

Amostras do mês de Março	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

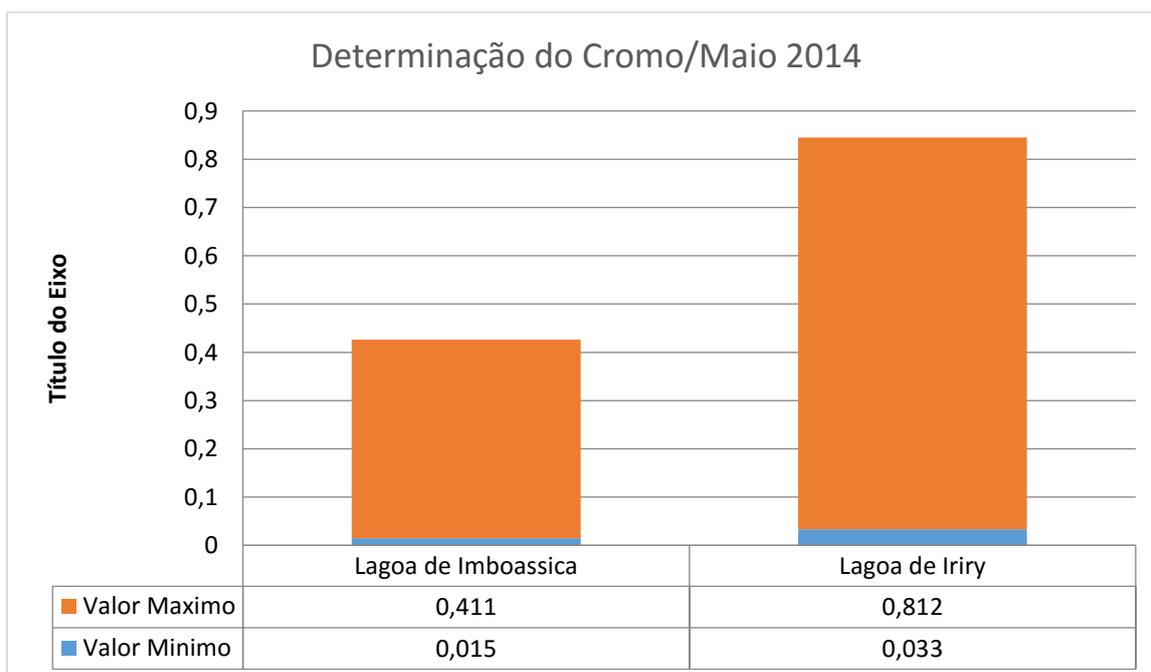
Não foi possível detectar cromo nas amostras da Lagoa de Imboassica e Lagoa de Iriry no mês de março.

Gráfico 42: Amostras do mês de Abril / período seco



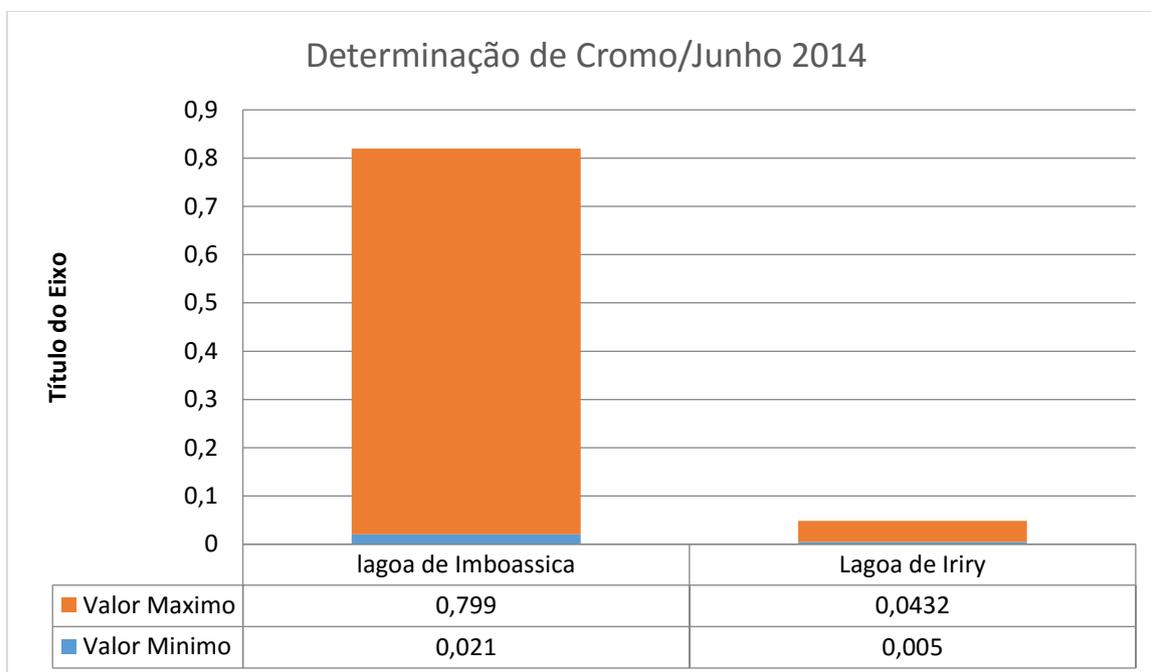
A concentração do metal cromo da Lagoa de Iriy foi mais elevada comparado a Lagoa de Imboassica no mês de Abril.

Gráfico 43: Amostras do mês de Maio / período seco



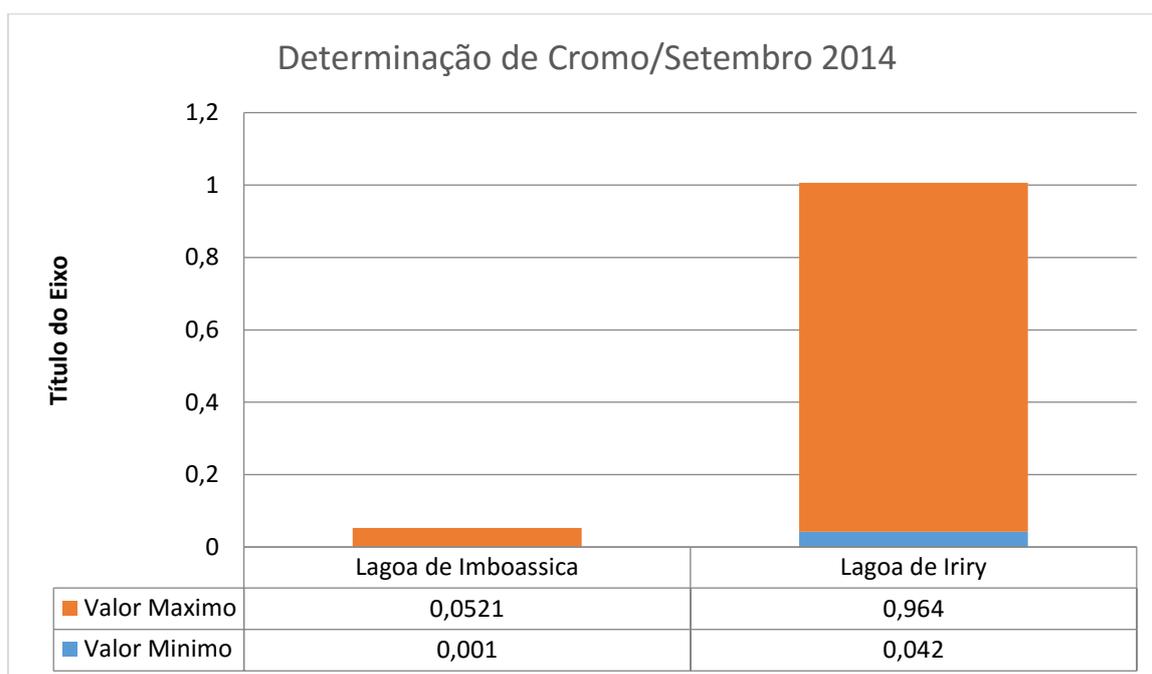
A concentração do metal cromo da Lagoa de Iriry foi mais elevado comparado a Lagoa de Imboassica no mês de Maio.

Gráfico 44: Amostras do mês de Junho / período seco



A concentração do metal cromo da Lagoa de Iriry foi mais elevado comparado a Lagoa de Imboassica no mês de Junho.

Gráfico 45: Amostras do mês de Setembro / período seco



A concentração do metal cromo da Lagoa de Iriry foi mais elevada comparado a Lagoa de Imboassica no mês de Setembro.

Tabela 25: Determinação do Cromo no mês de Outubro / período chuvoso

Amostras do mês de Outubro	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

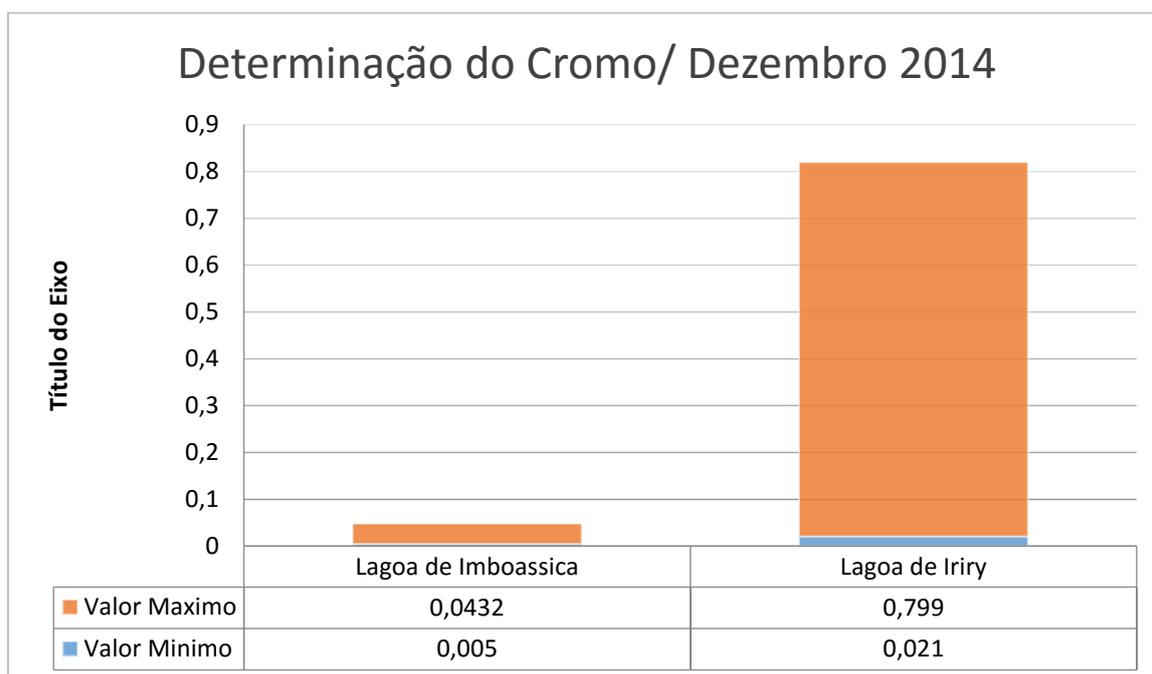
Não foi possível decetar cromo das amostras das Lagoas de Imboassica e Lagoa de Iriry.

Tabela 26: Determinação do Cromo no mês de Novembro / período chuvoso

Amostras do mês de Novembro	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry
1	Não Detectável	Não Detectável

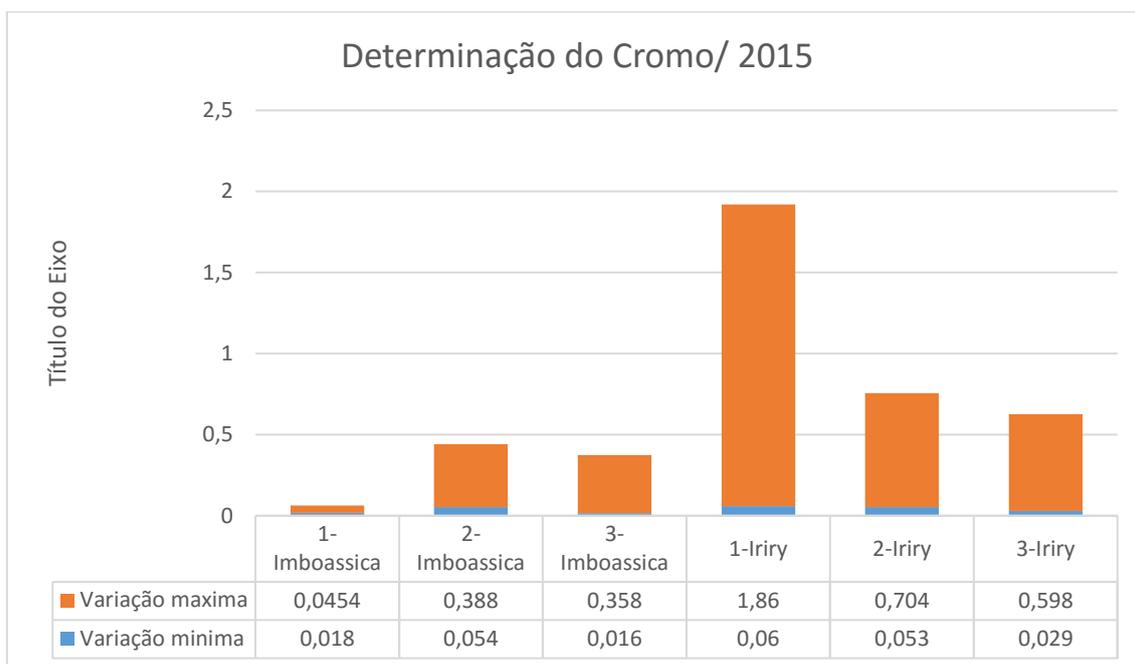
Não foi possível decetar cromo das amostras das Lagoas de Imboassica e Lagoa de Iriry.

Gráfico 46: Amostras do mês de Dezembro / período chuvoso



Finalizando a ano de 2014 com o mês de dezembro, foi possível observar que a Lagoa de Iriry obteve uma concentração maior do metal, comparado a Lagoa de Imboassica.

Gráfico 47: Determinação de Cromo/Ano de 2015



Em 2015 (Gráfico 50) foi possível observar nas amostras da Lagoa de Iriry que está obteve um valor maior de cromo comparado a Lagoa de Imboassica.

Tabela 27: Comparação do metal Cromo entre as Lagoas no ano de 2014

Ano de 2014	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriy	Comparação
Janeiro	Não Detectável	Não Detectável	Não Detectável em ambas as Lagoas
Fevereiro	Não Detectável	Não Detectável	Não Detectável em ambas as Lagoas
Março	Não Detectável	Não Detectável	Não Detectável em ambas as Lagoas
Abril	0,465~0,020	Não Detectável	Detectável na Lagoa de Imboassica
Maio	0,411~ 0,015	0,812~0,033	Maior concentração na Lagoa de Iriy
Junho	0,0432~0,005	0,799~0,021	Maior concentração na Lagoa de Iriy
Setembro	0,0521~0,001	0,964~0,042	Maior concentração na Lagoa de Iriy
Outubro	Não Detectável	Não Detectável	Não Detectável em ambas as Lagoas
Novembro	Não Detectável	Não Detectável	Não Detectável em ambas as Lagoas
Dezembro	0,0432~0,005	0,799~0,021	Maior concentração na Lagoa de Iriy

Nesse ano de 2014, foi possível observar que a Lagoa de Iriry apresentou uma maior concentração do cromo no período seco (abril-setembro), lembrando que foi classificada como não detectável no mês de abril. Em ambas as lagoas o valor de cromo ficou acima do permitido pela Portaria 1469/2000.

Tabela 28: Comparação do metal Cromo entre as Lagoas no ano de 2015

Ano de 2015	Lagoa de Imboassica	Lagoa de Iriry	Comparação
Julho	0,4+/-0,0293	1,054+/-0,47	Maior concentração na Lagoa de Iriry

Em 2015 (Gráfico 50), no período seco, abril-setembro, todas as amostras de ambas as Lagoas apresentaram concentração do metal acima do permitido (Tabela 30).

O cromo é um dos elementos não essenciais que geralmente não possuem uma função biológica conhecida para o metabolismo. O cromo estimula a corrosão empregado em indústrias. É um contaminante de água sujeitas a lançamento de efluentes de curtumes e de circulação de água de refrigeração é de 0,05ppm. (IKEM et al., 2003; MORAES; JORDÃO, 2002)

A Lagoa de Iriry apresentou em ambos os anos em períodos secos, abril-setembro, (Gráficos 45 a 50), uma concentração maior de cromo. Isso pode-se explicar através dos despejos de esgoto. Como na Lagoa de Imboassica também pode ter despejos.

Tabela 29: Principais Efeitos ocasionados à saúde humana pela ingestão de metais

<b>Metal Pesado</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Efeitos Nocivos</b>
Arsênio	As	Intoxicação crônica provocando feridas, câncer de pele, danos a órgãos vitais.
Cádmio	Cd	Disfunção renal, distúrbios imunológicos, enfisema pulmonar e osteoporose
Chumbo	Pb	Alterações neurológicas, distúrbios em enzimas, febre, náuseas
Cobre	Cu	Vômitos, hipotensão, icterícia, coma e morte
Cromo	Cr	Câncer, tumores hemorrágicos
Manganês	Mn	Lesões cerebrais, danos aos testículos e impotência
Mercúrio	Hg	Lesões no sistema neurológico, imunológico, deformações no corpo, má formação do feto
Zinco	Zn	Fisionomia empalidecida, diarreia, anemia

Fonte: Larson e Weinck (1994).

Os metais possuem ainda características atômicas peculiares, dando-lhes elevada resistência à degradação química, física e biológica no sistema aquático. Isto os leva a persistirem no ambiente aquático por vários anos, mesmo depois da proibição de sua utilização ou despejo nos cursos d'água (IKEM et al., 2003; MORAES; JORDÃO, 2002). Ao persistir no sistema aquático, o metal tem sua concentração gradualmente aumentada, o que facilita sua maior concentração na água e absorção pelos organismos (ARAI et al., 2007; RODRIGUES, 2006, 2007; RODRIGUES et al., 2005 apud PANDILHA DE LIMA. Daniel, 2013.)

## 6. CONCLUSÃO

Pode-se concluir com os dados apresentados que a principal fonte poluidora das águas das lagoas é de origem antropogênica<sup>1</sup>. Em relação a determinação de alcalinidade, a falta de chuva foi um fator determinante para os valores do pH. Podendo observar assim um pH alcalino nas lagoas pela escassez de água. Já para a determinação de cloreto, o crescimento vegetativo e o assoreamento que elas vem sofrendo ao longo do tempo, influenciaram nos resultados. Referente as classificações recebidas devido a determinação de dureza total, estas estão influenciadas no consumo humano da água ou até mesmo para fins culturais. Para os três metais analisados, o único que pode acarretar algum problema para a população, caso a água seja consumida, seria o cromo. Pois este apresentou valores acima do permitido, não trazendo problemas à saúde da população. Entretanto, ressalta-se que a continuidade de monitoramento destas lagoas, com análises mais criteriosas e aprofundadas, seja realizada. Contudo, é de suma importância uma ação de conscientização ambiental com os moradores locais e visitantes que utilizam estas lagoas para fins recreativos.

<sup>1</sup>Ações antropogênicas ou fatores **antropogênicos** são aqueles causados pela ação do homem, do ser humano, contrapondo-se às ações naturais no planeta, sem interferência humana. (fonte: Dicionário Aurélio)

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A vida da Lagoa de Imboassica: Nascimento, Vida e Morte da Lagoa de Imboassica. Disponível em: [www.odebateon.com.br](http://www.odebateon.com.br). Macaé, 28 nov.2010. Acesso: 18 agosto. 2015.

Amélia, C.; & Gomes, I. Dureza, 2010. Acesso: 15 de abril de 2016

Água Corrente-ONG. Disponível em: [www.aguacorrenteong.wordpress.com](http://www.aguacorrenteong.wordpress.com). Agosto de 2009. Acesso em 2 de abril de 2016 às 15:00

ARAI et al., 2007; RODRIGUES, 2006, 2007; RODRIGUES et al., 2005 apud PANDILHA DE LIMA. Daniel, 2013. Acesso em 21 de fevereiro de 2016.

APHA *et al.* (1995). Standard Methods; Acesso em 21 nov.2015.

Beaty e Kerber, 1993. Acesso em 5 de abril de 2016

Boletim da Associação Portuguesa de Killifilia Vol. I, nº2. 1999 Acesso em Janeiro de 2016.

Caminhos de Darwin; Disponível em : [www.globo.com.br](http://www.globo.com.br). Acesso em Dezembro de 2015.

Clesceri, L.S., Greenberg, A.E., Eaton, A.D. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition, USA, 3-66, 1998. Acesso em Julho de 2016.

De Almeida Morais, K. (UESPI) *et al.* Determinação de cloreto em água mineral comercializada na região de Teresina-PI) Acesso em 21 nov.2015.

De Araújo Medeiros. Miguel. Elemento Químico Zinco. 2012. Disponível em: [www.qnesc.sbq.org.br](http://www.qnesc.sbq.org.br).. Acesso em 2 de abril de 2016.

Harris, D. C. Quantitative Chemical Analysis, 5 ed. W. H. Freeman and Company, New York, 2001. Acesso em abril de 2016.

IKEM et al., 2003; MORAES; JORDÃO, 2002. Acesso em abril de 2016.

Kumar e outros, 1997. Acesso em Março de 2016.

Lagoa de Iriry (Lagoa da Coca-Cola); Disponível em: [www.maravilhosaregiãodoslagos.com.br](http://www.maravilhosaregiãodoslagos.com.br); 2012. Acesso em nov. de 2015

Lagoa de Iriry; Disponível em [www.tecbrasempreendimentos.com.br](http://www.tecbrasempreendimentos.com.br). Acesso em nov. De 2015

Lagoas e cursos d' água - Unicamp. Capítulo 12. Acesso em 2 de abril de 2016 às 16:15  
Mendham. J et al; Vogel; Análise Química Quantitativa; 6º edição; 2002 (acesso: 22 de junho de 2016

Método de Ensaio-IMMT; 2009. Acesso em julho de 2015.

MOURA; R.S.; *et al.* Monitoramento da qualidade química da água para fins de irrigação no Córrego Três Barras, Marinópolis – SP. 2007 Acesso em 13 set.2015.

Oliveira. Aline Maxiline Pereira. Kurita. 2007. Acesso em maio de 2016.

PANDILHA DE LIMA. Daniel, 2013. Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes da Bacia do Rio Cassiporé, Estad do Amapá, Amazônia, Brasil. Acesso em abril de 2016.

Prof. Dr. Roque Passos Pirelli; Qualidade das águas e poluições; aspectos físico-químicos. 1993. Acesso em março de 2016.

Raio X da Lagoa de Imboassica. Revista Divercidades. Disponível em: <http://www.divercidades.com>. Macaé, Dezembro de 2014. Acessos: 20 março.2015 e 19 agosto.2015.

Shiavo, Daniela; Espectrometria de absorção Atômica: fundamentos, figuras de mérito, otimização do instrumento e aspectos práticos. Acesso: 25 de março 2016

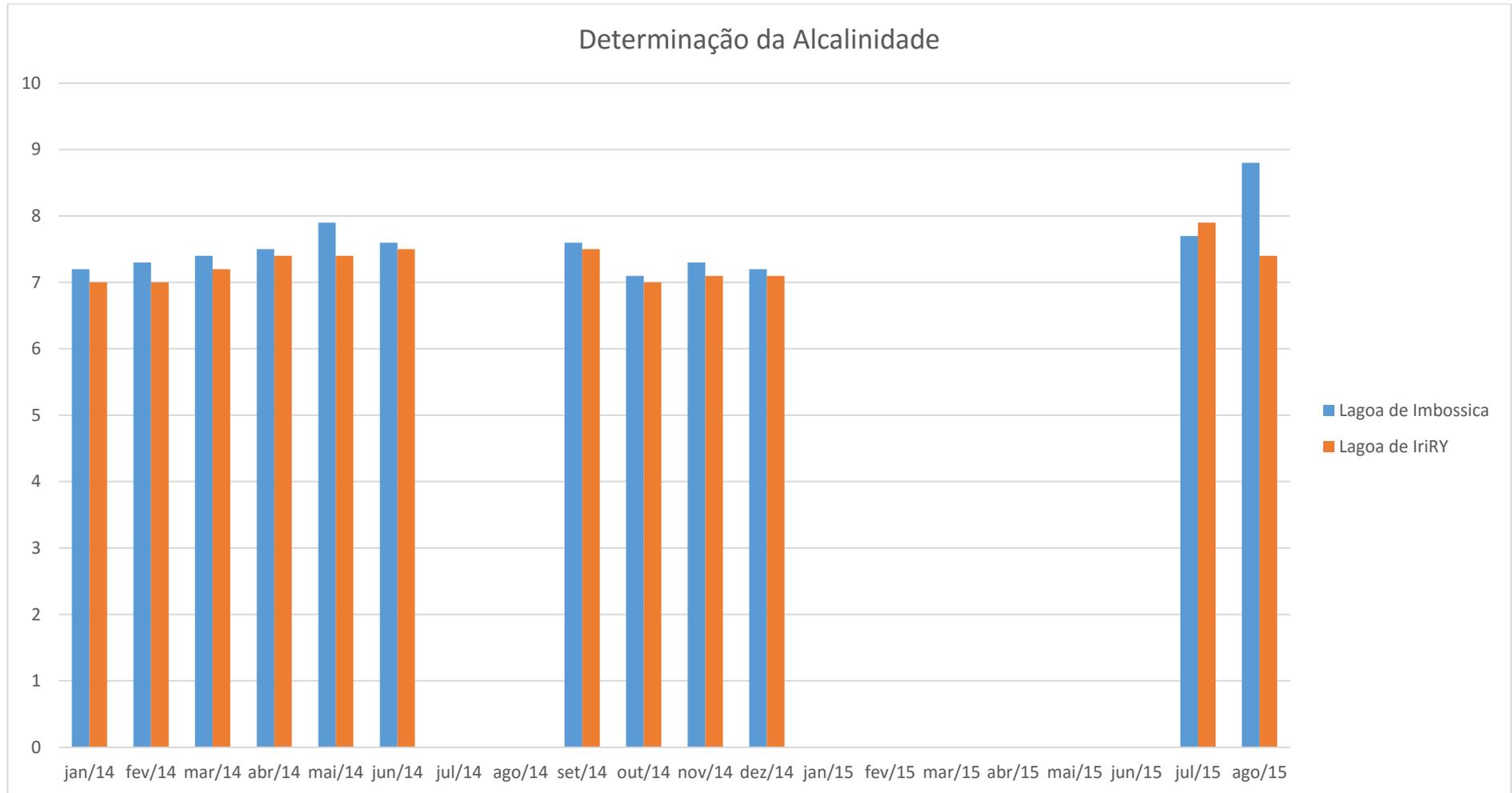
Skoog, D. A.; *et al.* Fundamentals of Analytical Chemistry, 6 ed.,1992, ou versão condensada, mesmos autores, Analytical Chemistry, An Introduction, 6 ed. Saunders, Philadelphia, 1994. Acesso em Julho de 2016

Skoog,Douglas A.*et al.* Fundamentos de Química Analítica - 9ª Ed. 2014. Acesso em Julho de 2016

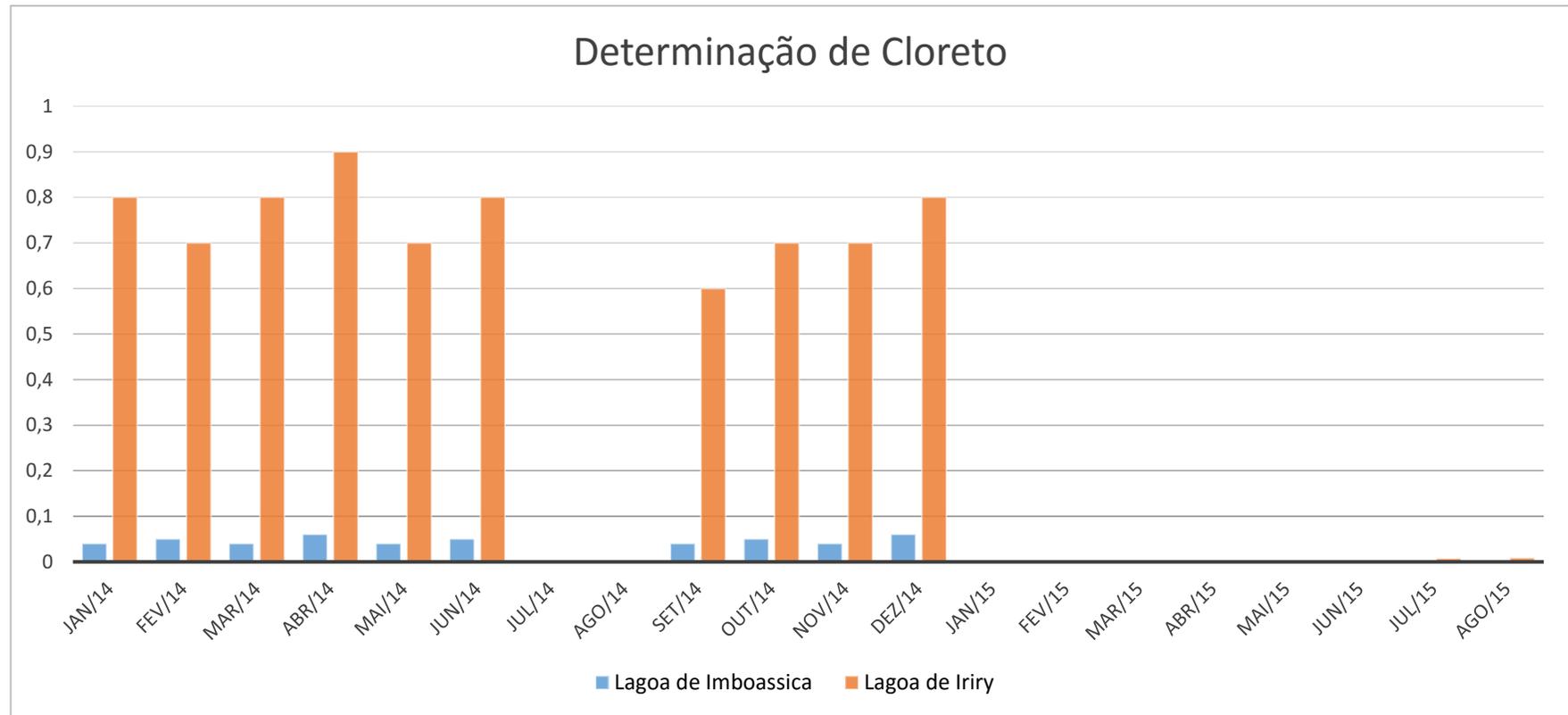
KATO, M.T. “Alcalinidade”. Curso de Qualidade da Água, do Ar e do Solo. Escola de Engenharia Mauá. São Caetano do Sul/SP, 1983. Acesso em julho de 2016.

ANEXOS

Anexo 1: Determinação de Alcalinidade nos anos de 2014 e 2015



Anexo 2: Determinação de Cloreto nos anos de 2014 e 2015



Anexo 3: Determinação de Dureza Total nos anos de 2014 e 2015.

